

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①① N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 831 598

②① N° d'enregistrement national : **01 13798**

⑤① Int Cl⁷ : F 01 B 7/18, F 01 B 1/08, 9/02, 23/00, 23/02, 23/10,
F 02 G 1/02

①② **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

②② Date de dépôt : 25.10.01.

③① Priorité :

⑦① Demandeur(s) : MDI MOTOR DEVELOPMENT
INTERNATIONAL Sociedad anonima — LU.

⑦② Inventeur(s) : NEGRE GUY et NEGRE CYRIL.

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 02.05.03 Bulletin 03/18.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été
établi à la date de publication de la demande.*

⑥① Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

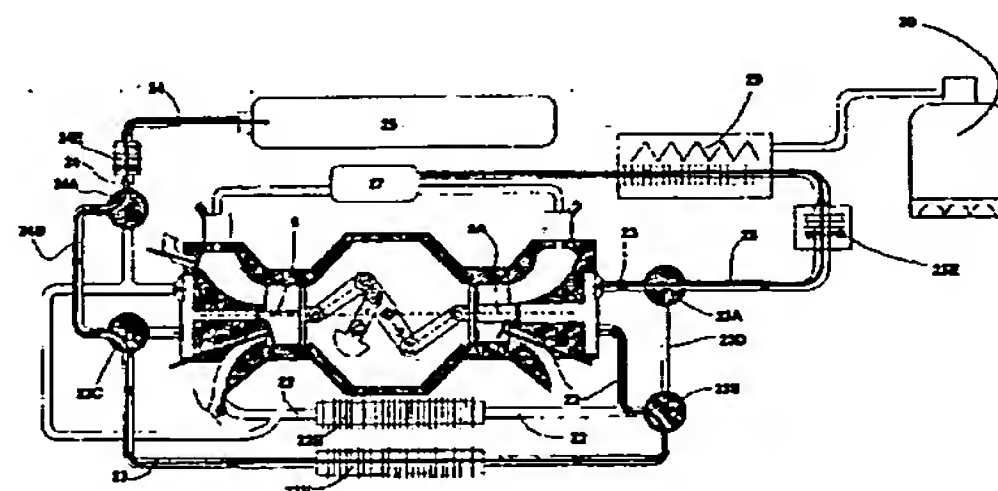
⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire(s) : MOTOR DEVELOPEMENT INTER-
NATIONAL SA - MDI SA.

⑤④ **GRUPE MOTOCOMPRESSEUR-MOTOALTERNATEUR A INJECTION D'AIR COMPRI ME ADDITIONNEL
FONCTIONNANT EN MONO ET PLURI ENERGIES.**

⑤⑦ Motocompresseur-motoalternateur fonctionnant avec
une injection d'air comprimé additionnel, comportant un ré-
servoir d'air comprimé haute pression (25) et utilisant un
contrôle de la course de piston ainsi qu'un dispositif de ré-
cupération d'énergie thermique ambiante dont les pistons
(1, 1A) sont à deux étages l'un pour le travail moteur et
l'autre pour le travail compresseur, et dont le volant (43)
d'inertie moteur est équipé de moyens permettant de réali-
ser un moteur électrique permettant de faire fonctionner le
groupe en mode compresseur en utilisant le réseau électri-
que domestique, le groupe étant par ailleurs équipé d'un ré-
chauffeur (29A) thermique à énergie fossile combiné à un
réchauffeur thermochimique.

Application aux véhicules terrestres, voitures, autobus,
motos, bateaux, groupe électrogène de secours, ensemble
de cogénération, moteurs à poste fixe.



FR 2 831 598 - A1



GROUPE MOTOCOMPRESSEUR-MOTOALTERNATEUR A INJECTION D'AIR
COMPRIME ADDITIONNEL FONCTIONNANT EN MONO ET PLURI ENERGIES

5 L'invention concerne les moteurs et plus particulièrement ceux alimentés avec injection d'air comprimé additionnel, comportant un réservoir d'air comprimé, et pouvant fonctionner en monoénergie ou en biénergie bi ou tri mode d'alimentation, et en pluriénergie.

10 L'invention concerne un motocompresseur-motoalternateur fonctionnant notamment avec de l'air comprimé et plus particulièrement utilisant un dispositif de contrôle de la course du piston ayant pour effet l'arrêt du piston à son point mort haut ainsi qu'un dispositif de récupération d'énergie thermique ambiante.

15 Le rédacteur a déposé de nombreux brevets concernant des motorisations ainsi que leurs installations, utilisant de l'air comprimé additionnel pour un fonctionnement totalement propre en site urbain et suburbain :

- WO 96/27737 WO 97/00655
- WO 97/48884 WO 98/12062 WO 98/15440
- WO 98/32963 WO 99/37885 WO 99/37885

20 Pour la mise en œuvre de ces inventions, il a également décrit dans sa demande de brevet WO 99/63206 au contenu duquel on pourra se reporter, un procédé et dispositif de contrôle de la course des pistons de moteur permettant l'arrêt du piston à son point mort haut ; procédé également décrit dans sa demande de brevet WO 99/20881 au contenu duquel on pourra également se reporter concernant le fonctionnement de ces moteurs en mono énergie ou en bi-énergie bi ou tri modes
25 d'alimentation.

Les véhicules équipés de ces propulseurs se doivent d'être équipés d'un système de rechargement en air comprimé avec un compresseur embarqué entraîné par un moteur électrique tel que décrit dans le brevet WO 98/12062 au contenu duquel on pourra se reporter.

30 Ils se doivent par ailleurs de disposer d'un système de démarrage électrique, pour lancer le moteur et d'un dispositif d'alternateur pour recharger les batteries et fournir l'électricité de bord nécessaire.

35 De nombreux systèmes de démarreur alternateur ont été réalisés sur des véhicules tels que Panhard et Levassor dans les années 1930 ou Isard Glass en 1958 qui étaient équipés d'un tel dispositif appelé alors « dynastar », plus récemment de nombreux systèmes de régulation de modulation de couple électrique sont en cours d'industrialisation et des systèmes de moteurs hybrides thermiques électriques voient le jour où l'on retrouve l'assistance d'un moteur électrique.

Pour obtenir de bons rendements et pour limiter le taux de compression dans chaque cylindre, les compresseurs haute pression se doivent d'utiliser plusieurs étages de compression avec entre eux des échangeurs permettant de refroidir l'air comprimé à titre d'exemple des compresseurs à pistons de 3 ou 4 étages comportant 3 ou 4 ensembles de cylindres et pistons sont ainsi couramment utilisés dans l'industrie, le premier étage effectuant, par exemple, la compression de l'atmosphère à 8 bars puis ensuite le second étage passant de 8 à 30 bars puis le troisième de 30 à 100 et le dernier étage de 100 à 300 bars. La cylindrée effective de chacun des cylindres allant en diminuant pour compenser l'augmentation de pression. Entre chaque étage de compression l'air échauffé par la compression est refroidi dans des échangeurs thermiques.

Dans son brevet Nr WO 98/32963 au contenu duquel on pourra se reporter, l'auteur décrit un dispositif de récupération d'énergie thermique ambiante où l'air comprimé contenu dans le réservoir de stockage sous très haute pression (par exemple 200 bars) et à température ambiante (par exemple 20 degrés C), préalablement à son utilisation finale à une pression inférieure (par exemple 30 bars), est détendu à une pression proche de celle nécessaire à son utilisation finale, dans un système à volume variable, (par exemple un piston dans un cylindre produisant un travail), cette détente avec travail a pour conséquence de refroidir à très basse température (par exemple moins 100 degrés) l'air comprimé détendu à la pression proche de celle d'utilisation. Cet air comprimé est ensuite envoyé dans un échangeur avec l'air ambiant permettant de le réchauffer, et va augmenter ainsi sa pression et/ou son volume, en récupérant de l'énergie thermique empruntée à l'atmosphère ; ce dispositif pouvant être réalisé sur plusieurs étages de détente.

Dans le brevet WO 98/15440 au contenu duquel on pourra se reporter l'auteur a décrit un dispositif de réaccélération utilisant l'énergie cinétique de la voiture pour comprimer de l'air dans une capacité à volume variable et pression constante durant les freinages ou les décélérations et réinjecter cet air dans les chambres d'expansion lors des réaccélérations.

Dans sa demande de brevet WO 99/37885 au contenu duquel on pourra se reporter, il propose une solution qui permet d'augmenter la quantité d'énergie utilisable et disponible caractérisée par le fait que l'air comprimé, avant son introduction dans la chambre de combustion et ou d'expansion, provenant du réservoir de stockage soit directement soit après son passage dans le ou les échangeurs thermiques du dispositif de récupération d'énergie thermique ambiante, et avant son introduction dans la chambre de combustion est canalisé dans un réchauffeur thermique où, par accroissement de sa température, il va augmenter encore de pression et/ou de volume avant son introduction dans la chambre de combustion et/ou d'expansion du moteur,

augmentant encore ainsi considérablement les performances pouvant être réalisées par ledit moteur.

L'utilisation d'un réchauffeur thermique, et malgré l'utilisation d'un carburant fossile, présente l'avantage de pouvoir utiliser des combustions continues propres qui
5 peuvent être catalysées ou dépolluées par tous moyens connus dans le but d'obtenir des émissions de polluant infimes.

Dans son brevet WO 99/63206, l'auteur propose un procédé de fonctionnement permettant de faire fonctionner le moteur en bi-énergie -
fonctionnement air comprimé en ville et fonctionnement air plus carburant
10 conventionnel sur route – dans le cas où la chambre d'aspiration compression a été supprimée - caractérisé en ce que le cycle d'ouverture et de fermeture de la soupape d'échappement qui s'ouvre à chaque tour moteur sur une partie de la course ascendante du piston est changé en cours de fonctionnement pour s'ouvrir durant la course ascendante du piston tous les deux tours et, en ce que, conjointement le moteur
15 est équipé d'une admission d'air et de carburant tel qu'essence, gazole ou autre, permettant d'introduire une charge de mélange carburé qui est aspiré durant la course de descente du piston puis comprimé dans la chambre d'expansion qui devient alors une chambre de combustion, dans laquelle le mélange est brûlé puis détendu en produisant un travail en repoussant le piston et repoussé ensuite à l'échappement selon
20 le cycle classique d'un moteur à 4 temps, il propose également dans ce même brevet une solution de fonctionnement tri-mode caractérisé en ce que le moteur fonctionne soit avec de l'air comprimé sans réchauffe par exemple en circulation urbaine avec une pollution zéro, soit avec de l'air comprimé réchauffé par une combustion externe dans un réchauffeur thermique alimenté par un carburant traditionnel par exemple en
25 circulation suburbaine avec une pollution infime, soit en circulation routière, avec une combustion interne avec une admission d'air et d'essence (ou tout autre carburant) permettant d'introduire une charge de mélange carburé qui est aspiré durant la course de descente du piston puis comprimé dans la chambre d'expansion qui devient ainsi une chambre de combustion, dans laquelle le mélange est brûlé puis détendu en
30 produisant un travail et échappé à l'atmosphère selon le cycle classique d'un moteur à 4 temps.

Les trois modes de fonctionnement décrit ci-dessus pouvant être utilisés séparément ou en combinaison, quels que soient les modes d'ouverture et de fermeture des conduits tant d'échappement que d'admission, les méthodes et dispositifs de
35 passage d'un mode à l'autre, commandés par des dispositifs électroniques, électromécaniques, mécaniques ou autres, les carburants ou les gaz employés, sans pour autant changer le principe de l'invention décrite dans ledit brevet. De même que les soupapes d'admission et d'échappement peuvent avantageusement être commandées

par des systèmes électriques, pneumatiques ou hydrauliques commandés par un ordinateur électronique en fonction des paramètres d'utilisation.

L'inventeur a également déposé un brevet Nr WO 00/07278, au contenu duquel on pourra se reporter, concernant un groupe électrogène de secours sans carburant issu des technologies précédemment décrites.

La multiplication de ces dispositifs complique la réalisation de ces ensembles mécaniques et les rend onéreux.

L'invention se propose de simplifier l'ensemble mécanique en proposant un groupe motocompresseur - motoalternateur fonctionnant en mono-énergie air comprimé ou en biénergie bi ou trimode d'alimentation et comportant notamment un dispositif de contrôle de la course du piston provoquant l'arrêt de ce dernier à son point mort haut, ainsi qu'un dispositif de récupération d'énergie thermique ambiante.

Le groupe selon l'invention est caractérisé par les moyens mis en œuvre pris dans leur ensemble ou séparément, et plus particulièrement:

- 15 - en ce que les pistons sont à deux étages de diamètre comportant une calotte de grand diamètre coulissant dans un cylindre dit moteur pour assurer la fonction moteur lors de la détente suivie de l'échappement et dont ladite calotte est prolongée d'un piston de deuxième étage de plus petit diamètre dit de compression pour assurer la fonction de compression de l'air comprimé stocké dans le réservoir haute pression.
- 20 - en ce que les pistons de deuxième étage sont utilisés pour la fonction de détente avec travail dans le système de récupération d'énergie thermique ambiante.
- en ce que sont ménagés des moyens de commutation et d'interaction entre les différents cylindres permettant de rendre inactive la fonction moteur lors du fonctionnement en compresseur, et/ou, la fonction compresseur lors du fonctionnement moteur, et/ou encore, d'activer la fonction récupération d'énergie thermique ambiante lors du fonctionnement moteur.
- 25 - en ce qu'entre chaque cylindre de compression, et/ou de détente de récupération d'énergie thermique sont ménagés des échangeurs thermiques pour refroidir l'air comprimé qui les traverse, lors de la fonction compresseur, et/ou le réchauffer lors de la fonction récupération d'énergie thermique ambiante.
- 30 - en ce que le volant d'inertie moteur comporte solidaire sur sa périphérie des moyens permettant de réaliser un moteur électrique piloté électroniquement pour entraîner le groupe dans sa fonction compresseur alimenté par les réseaux d'électricité domestique (220V).
- 35 - en ce que ce moteur électrique est réversible et peut être utilisé en génératrice ou alternateur.

Selon une variante de l'invention le motoalternateur ainsi réalisé permet de démarrer le groupe dans sa fonction moteur en provoquant sa rotation au moins sur un tour moteur pour permettre d'amener le moteur à sa position d'injection d'air comprimé, et/ou de participer ponctuellement à augmenter le couple du moteur, soit encore de produire de l'électricité lors du fonctionnement en continu pour produire l'électricité de bord, soit de servir de ralentisseur en provoquant un couple opposé lors de cette production d'électricité.

Selon une variante de l'invention le motoalternateur peut être utilisé pour récupérer de l'énergie électrique lors des décélérations et/ou des freinages du véhicule,

Lors de l'utilisation du groupe en mode compression utilisant notamment l'énergie fournie par le réseau domestique, et selon un autre aspect de l'invention le moteur électrique est caractérisé en ce que sa vitesse de rotation est variable, en utilisant une vitesse élevée lorsque le réservoir est vide et que le couple demandé au moteur d'entraînement du compresseur est faible pour atteindre une vitesse de rotation plus faible rejoignant en cela la forme de la courbe de couple du moteur électrique.

Le moteur électrique installé sur le volant peut faire appel à des techniques de moteurs à aimants permanents bien connus, lesdits aimants étant fixés sur son rotor (qui est de fait le volant moteur) alors que des bobinages d'électroaimants sont montés sensiblement concentriquement, fixes radialement ou axialement, sur un carter approprié solidaire du bloc du groupe motocompresseur-motoalternateur ou bien à des technologies de moteurs à réluctance variable ou autres dispositifs connus de l'homme de l'art, sans pour autant changer le principe de l'invention.

Selon un mode préférentiel, le groupe moteur est équipé d'un équipage mobile (système bielle manivelle) comportant un dispositif de contrôle du mouvement de piston de machine tel que décrit dans le brevet WO 99/20881 au contenu duquel on pourra se reporter, caractérisé par le fait que le piston est maintenu à sa position point mort haut durant une période de temps – donc sur un secteur angulaire important lors de la rotation – permettant d'effectuer à volume constant :

- les opérations de transfert de gaz et ou d'air comprimé d'arrêt du piston au point mort haut ;
- les opérations d'allumage et de combustion dans le cas des moteurs classiques ;
- les opérations d'injection de carburant dans le cas des moteurs diesel ;
- les opérations de fin d'échappement, de début d'admission dans tous les cas de moteurs et de compresseurs.

Pour permettre l'arrêt du piston à son point mort haut, la commande du piston est mise en œuvre par un dispositif de levier à pression lui-même commandé par un système bielle manivelle. On appelle levier à pression un système de deux bras articulés

dont l'un a une extrémité immobile, ou pivot, et l'autre peut se déplacer suivant un axe. Si l'on exerce une force approximativement perpendiculaire à l'axe des deux bras, lorsqu'ils sont alignés, sur l'articulation entre ces deux bras, on provoque alors le déplacement de l'extrémité libre. Cette extrémité libre est liée au piston et commande ses déplacements. Le point mort haut du piston est effectif lorsque sensiblement les deux tiges articulées sont dans le prolongement l'une de l'autre (aux environs de 180°).

Le vilebrequin est relié par une bielle de commande à l'axe d'articulation des deux bras. Le positionnement des différents éléments dans l'espace et leurs dimensions permettent de modifier les caractéristiques de la cinématique de l'ensemble. Le positionnement de l'extrémité immobile détermine un angle entre l'axe de déplacement du piston et l'axe des deux bras lorsqu'ils sont alignés. Le positionnement du vilebrequin détermine un angle entre la bielle de commande et l'axe des deux bras lorsqu'ils sont alignés. La variation des valeurs de ces angles, ainsi que des longueurs de bielles et bras, permet de déterminer l'angle de rotation du vilebrequin durant lequel le piston est arrêté à son point mort haut. Ceci correspond à la durée de l'arrêt du piston.

Selon un mode de réalisation particulier, l'ensemble du dispositif (piston et levier à pression) est équilibré en prolongeant le bras inférieur au-delà de son extrémité immobile, ou pivot, par un levier à pression miroir opposé en direction, symétrique et d'inertie identique auquel est fixée, pouvant se déplacer sur un axe parallèle à l'axe de déplacement du piston, une masse d'inertie identique et opposée en direction à celle du piston. On appelle inertie le produit de la masse par la distance de son centre de gravité au point de référence. Dans le cas d'un moteur pluricylindre la masse opposée peut être un piston fonctionnant normalement comme le piston qu'il équilibre.

Préférentiellement le dispositif selon la présente invention utilise cette dernière disposition mais est caractérisé en ce que l'axe des cylindres opposés, et le point fixe du levier à pression sont sensiblement alignés sur un même axe, et caractérisé en ce que l'axe de la bielle de commande reliée au vilebrequin est positionné d'autre part non pas sur l'axe commun des bras articulés mais sur le bras lui-même entre l'axe commun et le point fixe ou pivot. De ce fait le bras inférieur et sa symétrie représentent un bras unique avec le pivot, ou point fixe, sensiblement en son centre et deux axes à chacune de ses extrémités libres reliés aux pistons opposés.

Le nombre de cylindres peut varier sans pour autant changer le principe de l'invention alors que préférentiellement l'on utilisera des ensembles en nombres pairs de deux cylindres opposés et plus particulièrement de plus de deux cylindres par exemple quatre ou six afin de permettre un nombre d'étages de compression et de détente de récupération supérieur à 2.

Les diamètres des pistons et cylindres de compression et de récupération d'un même moteur sont différents pour obtenir des cylindrées décroissantes afin de

permettre la compression en plusieurs étages de volume décroissant et à l'inverse de volume croissant lorsqu'ils sont utilisés en détente de récupération d'énergie thermique ambiante.

5 Lors de la fonction compresseur, un des pistons et cylindres de détente moteur peut être utilisé pour réaliser le premier étage du compresseur afin de permettre un plus grand débit, les pistons de compression des deuxièmes étage étant, de construction, de plus petit diamètre.

10 Préférentiellement, et du fait que les diamètres des pistons de compression sont différents, les diamètres des pistons moteurs sont proportionnellement différents pour permettre d'obtenir des surfaces de pistons moteurs identiques pour une meilleure régularité de poussée et de même que le poids des pistons sera identique pour un meilleur équilibrage de l'ensemble du groupe.

15 Préférentiellement, les chambres d'expansion du ou des cylindres moteurs sont jumelées avec le cylindre et lors du fonctionnement en mono énergie air plus air comprimé additionnel, l'orifice d'échappement est obturé lors de la course ascendante du piston pour permettre qu'une partie des gaz précédemment détendus soit recomprimée à une température et une pression élevée tel que revendiqué dans la demande de brevet WO 99/63206.

20 Selon une variante de l'invention, le dispositif de commutation et d'interaction peut s'activer lors des décélérations et/ou des freinages pour faire fonctionner le compresseur et stocker cet air comprimé dans une capacité par exemple à volume variable et à pression constante puis de réinjecter cet air comprimé lors de la réaccélération du véhicule.

25 Entre chaque cylindre du compresseur sont installés des échangeurs thermiques pour permettre de refroidir l'air entre chaque étage lors de la compression et de réchauffer l'air lors de la détente en utilisation de récupération d'énergie thermique ambiante. Ces échangeurs thermiques peuvent être constitués de tubes à ailettes ou de radiateurs.

30 Les échangeurs thermiques peuvent être des échangeurs air air ou air liquide ou tout autre dispositif ou gaz produisant l'effet recherché.

35 Préférentiellement, le groupe motocompresseur-motoalternateur selon l'invention est équipé d'un système de récupération d'énergie thermique ambiante tel que décrit par l'auteur dans le brevet WO 98/32963 où l'air comprimé contenu dans le réservoir de stockage sous très haute pression, par exemple 200 bars, et à température ambiante, par exemple 20 degrés, préalablement à son utilisation finale à une pression inférieure par exemple 30 bars, est détendu à une pression proche de celle nécessaire à son utilisation finale, dans un système à volume variable, par exemple un piston dans un cylindre, produisant un travail qui peut être récupéré et utilisé par tous moyens

connus, mécanique, électrique, hydraulique ou autre. Cette détente avec travail a pour conséquence de refroidir à très basse température, par exemple moins 100° C, l'air comprimé détendu à une pression proche de celle d'utilisation. Cet air comprimé détendu à sa pression d'utilisation, et à très basse température, est ensuite envoyé
5 dans un échangeur avec l'air ambiant, va se réchauffer jusqu'à une température proche de la température ambiante, et va augmenter ainsi sa pression et/ou son volume, en récupérant de l'énergie thermique empruntée à l'atmosphère. Cette opération pouvant être répétée plusieurs fois sur plusieurs étages le système de récupération d'énergie thermique ambiante selon l'invention est caractérisée en ce que
10 les cylindres et pistons de compression servent à exécuter ces détentes successives et que les échangeurs thermiques utilisés pour refroidir l'air lors de l'utilisation en compresseur servent également à réchauffer l'air préalablement détendu, et également caractérisée en ce que des moyens de dérivations sont prévus pour utiliser successivement, les différents étages des cylindres de récupération dont les volumes
15 sont de plus en plus grands, au fur et à mesure de la diminution de la pression dans le réservoir de stockage afin de permettre des détentes adaptées.

Encore préférentiellement, le groupe motocompresseur-motoalternateur, selon l'invention est équipé d'un système de réchauffage thermique tel que décrit par l'auteur dans le brevet WO/ 99/37885, où il propose une solution qui permet d'augmenter la
20 quantité d'énergie utilisable et disponible, caractérisée par le fait que l'air comprimé, avant son introduction dans la chambre de combustion et ou d'expansion, provenant du réservoir de stockage soit directement soit après son passage dans l'échangeur thermique du dispositif de récupération d'énergie thermique ambiante, et avant son introduction dans la chambre d'expansion, est canalisé dans un réchauffeur thermique,
25 où, par accroissement de température, il va augmenter à nouveau de pression et/ou de volume avant son introduction dans la chambre de combustion et/ou d'expansion, augmentant encore ainsi considérablement, les performances pouvant être réalisées par le moteur.

L'utilisation d'un réchauffeur thermique présente l'avantage de pouvoir utiliser
30 des combustions continues propres qui peuvent être catalysées ou dépolluées par tous moyens connus dans le but d'obtenir des émissions de polluants infimes.

Le réchauffeur thermique peut utiliser pour énergie un carburant fossile tel qu'essence gazole, ou bien gaz GPL GNV permettant de réaliser ainsi un
fonctionnement bi énergie à combustion externe où un brûleur va provoquer une
35 élévation de température.

Selon une variante de l'invention, le réchauffeur utilise avantageusement des procédés thermochimiques basés sur des procédés d'absorption et de désorption, tels que ceux utilisés et décrits par exemple dans les brevets EP 0 307297 A1 et

EP 0 382586 B1, ces procédés utilisant la transformation par évaporation d'un fluide par exemple d'ammoniac liquide en gaz réagissant avec des sels comme des chlorures de calcium, de manganèse ou autres. Le système fonctionne comme une pile thermique où, dans une première phase, l'évaporation de la réserve d'ammoniac contenu dans un évaporateur produit d'une part du froid et de l'autre une réaction chimique dans le réacteur contenant des sels qui dégagent de la chaleur, lorsque la réserve d'ammoniac est épuisée, le système est rechargeable dans une deuxième phase par apport de chaleur dans le réacteur qui renverse la réaction où le gaz ammoniac se dissocie du chlorure, et retourne à l'état liquide par condensation.

10 L'application selon l'invention est caractérisée en ce que le réchauffeur thermochimique ainsi décrit utilise la chaleur produite durant la phase 1 pour augmenter la pression et/ou le volume de l'air comprimé provenant du réservoir de stockage haute pression, avant son introduction dans la chambre d'expansion du cylindre moteur.

15 Lors de la phase 2 le système est régénéré par l'apport de chaleur dégagé par les échappements des divers étages du compresseur lors du fonctionnement du compresseur pour recharger le réservoir principal de stockage haute pression.

20 Selon une variante de l'invention, le groupe motocompresseur-motoalternateur est équipé d'un réchauffeur thermique à brûleur, ou autre, et d'un réchauffeur thermochimique de type précédemment cité pouvant être utilisé conjointement ou successivement lors de la phase 1 du réchauffeur thermochimique où le réchauffeur thermique à brûleur va permettre de régénérer (phase 2) le réchauffeur thermochimique lorsque ce dernier est vide en réchauffant son réacteur durant la poursuite du fonctionnement du groupe avec l'utilisation du réchauffeur à brûleur.

25 Selon un autre mode de réalisation de l'invention, le groupe motocompresseur motalternateur équipé d'un réchauffeur thermique fonctionne d'une manière autonome, sans utiliser l'air comprimé haute pression contenu dans le réservoir de stockage, en prélevant de l'air comprimé fourni par un ou plusieurs des étages de compression selon les pressions de travail souhaitées, cet air comprimé est ensuite réchauffé dans le système de réchauffe où sa température va s'accroître avec pour conséquence d'augmenter son volume et/ou sa pression, puis réinjecté dans les chambres d'expansion des cylindres moteurs pour permettre le fonctionnement du groupe en se détendant et en produisant le temps moteur.

35 Selon une autre variante du mode de réalisation ci-dessus, et lorsque le groupe fonctionne de manière autonome, l'air de l'échappement des cylindres de détente est dérivé vers le réchauffeur thermique soit directement, soit à travers un ou plusieurs étages de compression où sa température va s'accroître avec pour conséquence l'augmentation de sa pression et/ou de son volume, puis réinjecté dans les chambres d'expansion des cylindres de détente pour permettre le fonctionnement du

groupe en produisant le temps moteur. Sur le circuit d'échappement, et avant le réchauffeur thermique, un clapet de surpression permet de contrôler ladite pression et d'échapper à l'atmosphère un surcroît éventuel d'air.

5 Selon une variante du mode de réalisation ci-dessus, une partie de l'air de la compression peut être utilisée en dérivation et/ou d'autres étages du compresseur sont utilisés pour recharger le réservoir principal alors que le moteur fonctionne d'une manière autonome tel que décrit ci-dessus.

10 Le groupe motocompresseur-motoalternateur ainsi équipé fonctionne en biénergie en utilisant en ville par exemple, le fonctionnement zéro pollution avec de l'air comprimé contenu dans le réservoir de stockage haute pression, et sur route, toujours pour l'exemple en fonctionnement autonome avec son réchauffeur thermique alimenté par une énergie fossile, tout en réalimentant par un ou plusieurs de ses étages de compression le réservoir de stockage haute pression.

15 Le groupe motocompresseur-motoalternateur selon l'invention fonctionne également en triénergie, en utilisant en ville par exemple, le fonctionnement zéro pollution avec de l'air comprimé contenu dans le réservoir de stockage haute pression, et le réchauffeur thermochimique, puis sur route avec son réchauffeur thermique alimenté en énergie fossile tout en réalimentant par un ou plusieurs de ses étages de compression le réservoir de stockage haute pression, et en régénérant le réchauffeur
20 thermochimique en apportant de la chaleur au réacteur pour provoquer la désorption de l'ammoniac gazeux qui va se recondenser dans l'évaporateur.

25 Le groupe motocompresseur-motoalternateur selon l'invention fonctionne également en quadriénergie, lorsque le moteur électrique équipant son volant d'inertie est commuté soit pour effectuer une manœuvre demandant peu d'énergie, soit pour augmenter ponctuellement la puissance délivrée par exemple pour gravir une côte, ou pour effectuer un dépassement, ou obtenir une meilleure reprise au démarrage.

30 Le groupe motocompresseur, motoalternateur selon l'invention qui vient d'être décrite fonctionne avec quatre sources d'énergie qui, lors de son utilisation notamment sur des véhicules, et selon les performances recherchées ou les besoins, peuvent être utilisées conjointement ou séparément.

- L'énergie de l'air comprimé contenu dans le réservoir de stockage haute pression est la source principale et sert notamment au fonctionnement parfaitement propre du véhicule en site urbain.
- L'énergie thermochimique sert à augmenter les performances et l'autonomie
35 du véhicule en fonctionnement parfaitement zéro pollution.
- L'énergie fossile du réchauffeur à brûleur qui sert :
 - à augmenter les performances et l'autonomie du véhicule en fonctionnement avec injection d'air comprimé ;

- au fonctionnement du véhicule en circulation routière, ou lorsque le réservoir de stockage est vide ;
- à remplir le réservoir tout en permettant le fonctionnement du véhicule ;
- 5 - à régénérer le réchauffeur thermochimique lorsque ce dernier est également vide.

- L'énergie électrique qui sert :

- notamment à l'entraînement du compresseur lors de la recharge du réservoir d'air comprimé alors que le véhicule est branché sur
10 le réseau domestique 220 V ;
- à démarrer le groupe alimenté par la batterie du véhicule ;
- à augmenter ponctuellement le couple moteur si besoin est ;
- à freiner le véhicule lors des décélérations et freinages.

L'homme de l'art choisira en fonction des besoins et des
15 caractéristiques recherchés le mode de commutation des divers systèmes et pourra programmer les différents paramètres de leur mise en fonction, par exemple faire fonctionner le réchauffeur thermique à brûleur à partir d'une certaine vitesse du véhicule, par exemple 60 Km/h.

Le dispositif de contrôle de la course du piston selon la présente invention est
20 caractérisé en ce que l'axe des cylindres opposés et le point fixe du levier à pression sont sensiblement alignés sur un même axe et caractérisé en ce que l'axe de la bielle de commande reliée au vilebrequin est positionné d'autre part non pas sur l'axe commun des bras articulés mais sur le bras lui-même entre l'axe commun et le point fixe ou pivot. De ce fait le bras inférieur et sa symétrie représentent un bras unique oscillant
25 sur le pivot ou point fixe, positionné sensiblement en son centre, et comportant deux axes à chacune de ses extrémités libres reliées aux pistons opposés par des bielles.

Le dispositif de contrôle de la course du piston selon l'invention peut
avantageusement être appliqué à des moteurs à combustion interne conventionnels
2 temps, 4 temps diesel ou à allumage commandé.

30 Bien qu'il y ait grand avantage à pouvoir disposer du temps d'arrêt du piston à son point mort haut, l'ensemble de ces dispositifs peut également être utilisé avec un dispositif de vilebrequin classique sans pour autant changer l'invention décrite.

Le groupe motocompresseur-motoalternateur selon l'invention peut être utilisé
sur tous véhicules terrestres, maritimes, ferroviaires, voire aéronautique en moteur
35 d'appoint.

Le groupe motocompresseur-motoalternateur selon l'invention peut également
avantageusement trouver son application dans les groupes électrogène de secours tels
que décrit par l'auteur dans WO 00/07278 de même que dans de nombreuses

applications domestiques de cogénération produisant de l'électricité, du chauffage et de la climatisation

D'autres buts, avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront à la lecture de la description, à titre non limitatif, de plusieurs modes de réalisation, faite en regard des dessins annexés où :

- La figure 1 représente schématiquement, vu en coupe transversale, l'équipage mobile du groupe motocompresseur-motoalternateur à son point mort bas.
- La figure 2 représente, vu en coupe transversale, le même équipage mobile à son point mort haut.
- La figure 3 représente, vu schématiquement en coupe transversale à son point mort bas, un motocompresseur-motoalternateur selon l'invention équipé de l'équipage mobile vu sur les fig.1 et 2 lors du fonctionnement moteur à son point mort bas.
- La figure 4 représente ce même groupe lors du fonctionnement moteur, à son point mort haut.
- La figure 5 représente ce même groupe en fonctionnement compresseur d'air.
- La figure 6 représente schématiquement, lors de son fonctionnement en compresseur, le groupe selon l'invention équipé d'un dispositif permettant le fonctionnement soit en compresseur soit avec récupération d'énergie thermique ambiante.
- Les figures 7, 8, 9, représentent le même groupe selon l'invention lors du fonctionnement moteur avec l'utilisation du dispositif de récupération d'énergie thermique ambiante.
- La figure 10 représente le groupe motocompresseur-motoalternateur vu schématiquement et équipé selon l'invention du dispositif de réchauffage thermique.
- La figure 11 représente schématiquement un dispositif de réchauffeur thermique à brûleur pouvant fonctionner avec une énergie fossile.
- La figure 12 représente schématiquement le principe de fonctionnement d'un réchauffeur à réacteur thermochimique appliqué à l'invention.
- La figure 13 représente schématiquement un réchauffeur thermique combiné avec brûleur et réacteur chimique.
- La figure 14 représente vu schématiquement à son point mort haut, le groupe motocompresseur-motoalternateur selon l'invention équipé d'un réchauffeur thermique et conçu pour fonctionner de façon autonome.
- La figure 15 représente le même moteur à son point mort bas.

- La figure 16 représente le même groupe motocompresseur-motoalternateur équipé pour recharger le réservoir de stockage lors de son fonctionnement en mode moteur.
- La figure 17 représente schématiquement le groupe motocompresseur-motoalternateur selon l'invention avec son volant moteur équipé pour réaliser un moteur électrique d'entraînement du compresseur.

Les figures 1 et 2 représentent, vu schématiquement en coupe transversale, l'architecture de l'équipage mobile du groupe selon l'invention comportant deux pistons et cylindres opposés sensiblement sur le même axe XX' où l'on peut voir les pistons 1 et 1A à deux étages comportant chacun un premier étage moteur constitué d'une calotte de grand diamètre 2 et 2A équipés de segments d'étanchéité 3 et 3A et coulissant dans leur cylindre moteur ou de détente 4 et 4A, et un deuxième étage de compression 5 et 5A, concentrique, constitué d'une sorte d'axe de plus petit diamètre, également équipé de segments d'étanchéité 6 et 6A, et coulissant dans les cylindres de compression 7 et 7A, chaque piston comportant également des bossages 8 et 8A permettant de les relier par un axe, dit axe de piston, 9 et 9A au système bielle manivelle par des bielles de liaison 10 et 10A, elle-même reliées par un axe commun 11 et 11A aux deux extrémités libres d'un bras 12 monté oscillant, sensiblement en son centre et sur un axe fixe 12A, situé sensiblement sur l'axe des cylindres X,X' ; l'axe fixe 12A divise ainsi le bras 12 en deux demi-bras 12B et 12C. Sur l'un des deux demi-bras ici le 12 B est attaché par un axe 12D, une bielle 13 de commande reliée au maneton 13A d'un vilebrequin 14 tournant sur son axe 15. Lors de la rotation (sens de la flèche) du vilebrequin, la bielle de commande 13 exerce un effort sur l'axe 12D, provoquant le déplacement du bras oscillant 12 permettant ainsi le déplacement des pistons 1 et 1A suivant l'axe des cylindres 4, 4A, 6, 6A, ou encore de l'axe XX' du point mort bas (figure 1) vers le point mort haut (figure 2), et transmet en retour au vilebrequin 14, les efforts exercés sur les pistons 1 et 1A, lors du temps moteur du point mort haut vers le point mort bas provoquant ainsi la rotation dudit vilebrequin. Lorsque les pistons sont à leur point mort haut (figure 2) les bielles de liaison 10 et 10A et le bras oscillant 12 sont alignés sur l'axe XX'. Dans cette position la distance entre le maneton 13A du vilebrequin et l'axe XX' est quasi identique durant une partie de la rotation du vilebrequin contrôlant ainsi la course des pistons qui restent arrêtés à leur position point mort haut durant une période de temps importante.

Les figures 3 et 4 montrent vu schématiquement en coupe transversale le motocompresseur-motoalternateur selon l'invention où l'on peut voir le même équipage mobile que sur les figures 1 et 2, et où, chaque cylindre moteur 4 et 4A comprend une chambre d'expansion 15 et 15A elle-même équipée d'un injecteur d'air 16 et 16A ainsi que d'une soupape d'échappement 17 et 17A et d'un conduit d'échappement 18 et 18A.

Chaque cylindre de compression 6 et 6A comprend des clapets d'admission 19 et 19A et d'échappement 20 et 20A. Le conduit d'échappement 18 du cylindre de détente 4 comprend un obturateur à deux voies 21 qui permet, selon qu'il est ouvert ou fermé, de diriger le flux de l'échappement, soit vers l'atmosphère, soit à travers le conduit 22 vers l'admission 19A du cylindre de compression 6A alors que le clapet d'échappement 20A du cylindre 6A est relié par un conduit 23 au clapet d'admission du cylindre de compression 19 du cylindre de compression 6 et que le clapet d'échappement 20 dudit cylindre, est relié par un conduit 24, au réservoir de stockage haute pression 25 qui alimente les injecteurs moteurs 16 16A à travers un détendeur 26 et une capacité tampon 27 à pression d'utilisation (par exemple 30 bars).

Lors du fonctionnement en fonction moteur figures 3 et 4, les clapets d'admission et d'échappement des cylindres de compression 19, 19A, 20, 20A, sont maintenus fermés permettant la marche à vide des cylindres de compression 6 et 6A et l'obturateur 21 obture le conduit 22 reliant l'échappement du cylindre moteur 4 au clapet d'admission 19A du cylindre de compression 6A alors qu'au point mort haut, figure 4, et durant le temps où le piston reste dans sa position point mort haut, les injecteurs d'air 16 et 16A sont actionnés et mettent sous pression les chambres d'expansion 15 et 15A, puis la pression appliquée sur la grande calotte 2 et 2A des pistons 1 et 1A repousse les pistons vers leur point mort bas, figure 3, en transmettant les forces appliquées sur le vilebrequin 14 et faisant tourner le moteur pour produire le travail, les soupapes d'échappement 17 et 17A sont alors ouvertes pour permettre d'évacuer vers l'atmosphère durant la remontée des pistons l'air qui a été détendu.

Lors du fonctionnement en compresseur, figure 5, le groupe est entraîné par un moteur électrique ou autre dispositif (non représenté sur cette figure), les clapets d'admission 19 et 19A et d'échappement 20 et 20A des cylindres de compression sont relâchés pour permettre leur fonctionnement, et le volet 21 obture le passage de l'air de l'échappement 18 vers l'atmosphère, et le dirige à travers le conduit à ailettes 22 vers le clapet d'admission 19 A du cylindre de compression 6A ; les injecteurs 16 et 16A ne sont plus actionnés autorisant ainsi la marche à vide du cylindre moteur 5A alors qu'un clapet d'admission 16 B positionné dans la chambre d'expansion 15 du cylindre 4 est également relâché pour autoriser son fonctionnement. Lorsque les pistons effectuent leur course descendante, le clapet d'admission 16B est ouvert et autorise le cylindre moteur qui dans ce cas de fonctionnement est le premier étage de compresseur, à se remplir d'air à la pression atmosphérique ; lors de la course ascendante des pistons, le clapet 16B est automatiquement fermé, et l'on ouvre la soupape d'échappement 17 ; l'air est alors comprimé à travers le conduit à ailettes 22 vers le clapet d'admission 19A du cylindre de compression 6A, alors que le piston de compression 5A refoule l'air comprimé par le conduit à ailettes 23 vers l'admission 19 du cylindre de compression 6,

et que le piston de compression 5 refoule à travers le clapet d'échappement 20 et le conduit à ailettes 24 l'air comprimé haute pression vers le réservoir de stockage 25.

Entre chaque étage de compression, l'air comprimé est refroidi dans les tubes à ailettes servant d'échangeur air air pour obtenir un meilleur rendement.

5 Les figures 6, 7, 8 et 9 représentent le groupe selon l'invention équipé d'échangeurs thermiques air air (ou radiateurs) et des moyens et dispositifs pour permettre l'utilisation des principaux éléments constitutifs des cylindres de compression d'une part au fonctionnement compresseur, et d'autre part au fonctionnement de récupération d'énergie thermique ambiante. Le groupe est ici représenté avec ses
10 échangeurs thermiques ou radiateurs air air.

Sur la figure 6 lors du fonctionnement en mode compresseur, le groupe est entraîné par un moteur électrique ou autre dispositif (non représenté sur cette figure), les clapets d'admission et d'échappement des cylindres de compression sont relâchés dans une position permettant leur fonctionnement et le volet 21 obture le passage de
15 l'air de l'échappement 18 vers l'atmosphère et le dirige à travers le conduit 22 et le radiateur 22E vers le clapet d'admission 19A du cylindre de compression 6A, les injecteurs 16 et 16A ne sont plus actionnés autorisant la marche à vide du cylindre moteur 5A alors qu'un clapet d'admission 16 B positionné dans la chambre d'expansion 15 du cylindre moteur 4 est également relâché pour autoriser son fonctionnement.
20 Lorsque les pistons effectuent leur course descendante, le clapet d'admission 16B autorise le cylindre moteur, qui dans ce cas de fonctionnement est le premier étage du compresseur, à se remplir d'air à la pression atmosphérique ; lors de la course ascendante des pistons, le clapet 16B est automatiquement fermé et l'on ouvre la soupape d'échappement 17, l'air est alors comprimé, à travers le conduit 22 et le
25 radiateur 22E où il va se refroidir, vers le clapet d'admission 19A du cylindre de compression 6A, alors que le piston de compression 5A refoule l'air comprimé dans son cylindre vers le clapet d'admission 19 du cylindre de compression 6, à travers le conduit 23, le radiateur 23E où il va se refroidir. Les vannes de dérivation 23A, 23B, 23C, sont positionnées pour obtenir ce parcours. Durant ce temps le piston de compression 5
30 refoule à travers le clapet d'échappement 20 et le conduit 24, la vanne de dérivation 24A et le radiateur 24^E, l'air comprimé haute pression vers le réservoir de stockage 25.

Entre chaque étage de compression, l'air est ainsi refroidi dans les radiateurs pour obtenir un meilleur rendement.

La figure 7 représente le même groupe moteur lors du fonctionnement moteur
35 avec le mode récupération d'énergie thermique ambiante où l'on peut voir que l'air haute pression contenu dans le réservoir 25 est dirigé à travers le conduit 24, le radiateur 24^E, la vanne de dérivation 24 A et le conduit de dérivation 24B, et la vanne de dérivation 23C vers le clapet d'admission 19 du cylindre 6 où il va produire un travail en

repoussant le piston 5, en se détendant, pour être ensuite, lors de la course ascendante du piston refoulé à travers le clapet d'échappement 20, le conduit de dérivation 22C puis le conduit 22 et le radiateur 22E où il va se réchauffer, donc augmenter de pression et/ou de volume, vers le clapet d'admission 19A du cylindre 6A où il va, durant la course descendante des pistons, à nouveau produire un travail en repoussant le piston 5A et en se refroidissant à nouveau, pour être ensuite, lors de la course ascendante des pistons, refoulé à une pression encore inférieure à travers le conduit 23, la vanne de dérivation 23A le conduit 25 et le radiateur 25E où il va à nouveau augmenter de volume et/ou de pression en se réchauffant, vers la capacité tampon de pression d'utilisation pour alimenter les cylindres moteurs 4 et 4A. Durant ces cycles l'air du réservoir de stockage a subi deux détente avec travail et deux réchauffages dans les radiateurs 22E et 25E où, à chaque réchauffe, il a réaugmenté de volume et/ou de pression en récupérant de l'énergie thermique dans l'atmosphère.

La pression dans le réservoir de stockage 25 ayant diminué figure 8, une détente dans le premier des cylindres de deuxième étage, en l'occurrence le 5, de petite cylindrée, ne peut plus être effectuée, et l'air en provenance du réservoir de stockage est alors dirigé par l'orientation des vannes de dérivation vers le cylindre de récupération 6A de plus grand volume, à travers le radiateur 24E, la vanne de dérivation 24A, le conduit 24B, la vanne de dérivation 23C, le conduit 23 le radiateur 23E, la vanne 23B, le conduit 22 et le clapet d'admission 19 A où il va se détendre en produisant un travail en repoussant le piston 5A et en se refroidissant, pour ensuite être refoulé par le clapet d'échappement 20A, le conduit 23 la vanne de dérivation 23A, le conduit 25 et le radiateur 25E où il va à nouveau augmenter de volume et/ou de pression en se réchauffant, vers la capacité tampon de pression d'utilisation 27 pour alimenter les cylindres moteurs 4 et 4A

La pression dans le réservoir de stockage 25 ayant encore diminué, figure 9, les deux cylindres de récupération ne peuvent plus être utilisés et sont by-passés ; pour ce faire, les vannes de dérivation sont dirigées pour que l'air comprimé contenu dans le réservoir de stockage parvienne à la capacité tampon 27 selon le circuit indiqué : conduit 24, radiateur 24^E, vanne 24A, conduit 24B, vanne 23C conduit 23 radiateur 23^E, vanne 23B conduit de dérivation 23D vanne 23A, conduit 25 radiateur 25E.

Il est à noter que le passage de l'air comprimé qui perd un peu de température en sortie du réservoir de stockage, dans les radiateurs permettra toutefois de le maintenir à une température proche de l'ambiante.

La figure 10 représente le groupe motocompresseur-motoalternateur vu schématiquement et équipé selon l'invention d'un dispositif de réchauffage thermique 29 disposé sur le conduit 25 après le radiateur 25E où l'on peut voir que l'air en provenance du réservoir de stockage haute pression 25, et après avoir traversé le

dispositif de récupération d'énergie thermique ambiante et ses radiateurs 24E 23E 25E va voir sa température augmenter considérablement et accroître de pression et/ou de volume dans un réchauffeur thermique avant son introduction dans la capacité tampon d'utilisation finale 27.

5 La figure 11 représente schématiquement un dispositif de réchauffeur thermique à brûleur pouvant fonctionner avec une énergie fossile telle qu'essence ou gazole, ou encore GPL ou GNV, ici représenté par une bouteille de gaz 30. L'air comprimé provenant du réservoir de stockage est admis dans le réchauffeur 29 par un conduit 25, le conduit 25 voit alors, dans le foyer du réchauffeur 31, son diamètre
10 augmenter dans le but de ralentir le flux de l'air comprimé pour obtenir un temps de réchauffe plus long et est pourvu de nombreuses ailettes 32 pour permettre un bon échange thermique, puis le conduit 25 retrouve son diamètre en sortie du foyer, pour rejoindre la capacité tampon d'utilisation finale après avoir augmenté de pression et/ou de volume, sous le conduit ailetté est positionné un brûleur 33 ; un dispositif de
15 régulation de l'arrivée de gaz 34 additionné d'air nécessaire à la combustion 34A permet de piloter le réchauffage. L'air de combustion est évacué par l'échappement 35 qui comporte un catalyseur 35B afin d'obtenir des émissions polluantes infimes.

 La figure 12 représente schématiquement le principe de fonctionnement d'un réacteur thermochimique appliqué à l'invention, où l'on peut voir les deux phases de
20 fonctionnement, le dispositif est constitué d'un évaporateur contenant de l'ammoniac liquide 36, à l'ouverture de la vanne de commande 37 l'ammoniac liquide s'évapore et l'ammoniac gazeux est fixé par les sels solides contenus dans le réacteur 38 contenant des sels tels que des chlorures de calcium, entraînant une production de chaleur le réacteur est pourvu d'ailettes 38C, dans le but d'obtenir un meilleur échange thermique
25 afin de fournir un maximum de chaleur à l'air comprimé contenu dans la capacité d'échange 39 où il a été introduit par le conduit 25 avant d'augmenter de pression et/ou de volume puis d'être refoulé par le conduit 25C vers la capacité tampon d'utilisation finale. A la fin de la réaction, un apport de température, récupéré sur les échangeurs inter-étages du compresseur et transporté par caloduc 41, lors du remplissage du
30 réservoir de stockage d'air comprimé, le groupe motocompresseur-motoalternateur étant en mode compresseur, éventuellement assisté par une résistance électrique chauffante 40, permet de provoquer la désorption de l'ammoniac gazeux qui vient se recondenser dans l'évaporateur afin de pouvoir redémarrer un nouveau cycle.

 La figure 13 représente schématiquement, selon l'invention, un réchauffeur
35 thermique comportant un brûleur alimenté par énergie fossile combiné à un réacteur thermochimique où l'on peut voir, le réchauffeur 29A où l'air comprimé provenant du réservoir de stockage est admis dans le réchauffeur par un conduit 25 dans le foyer du réchauffeur 31A, le conduit 25 voit alors son diamètre augmenter dans le but de ralentir

le flux pour permettre un temps de réchauffe plus long et est pourvu de nombreuses ailettes 32A pour permettre un bon échange thermique, puis le conduit 25 retrouve son diamètre en sortie du foyer, pour rejoindre la capacité tampon d'utilisation finale après avoir augmenté de pression et/ou de volume, sous le tube ailetté est positionné un brûleur 33, un dispositif de régulation de l'arrivée de gaz 34 additionné d'air nécessaire à la combustion 34A permet de piloter le réchauffage. L'air de combustion est évacué par l'échappement 35 qui comporte un catalyseur 35B afin d'obtenir des émissions polluantes infimes. Dans le foyer 31A et proche du brûleur est disposé un réacteur 38A muni de ses ailettes d'échange 38C contenant des sels tels que des chlorures de calcium et relié à un évaporateur 36 contenant de l'ammoniac liquide, situé hors du foyer 31 du réchauffeur 29. Une résistance électrique 40 est positionnée sous le réacteur 38A.

Lorsque le véhicule fonctionne en pollution zéro alimenté par l'air comprimé contenu dans le réservoir de stockage, l'on ouvre la vanne de commande 37 et l'ammoniac liquide contenu dans l'évaporateur 36 s'évapore, l'ammoniac gazeux est alors fixé par les sels solides tels que des chlorures de calcium, contenus dans le réacteur 38, entraînant une production de chaleur qui est communiquée à l'air comprimé contenu dans le conduit 25 par échange thermique à travers les ailettes 32A et 38A du réacteur et dudit conduit pour permettre l'augmentation de pression et/ou de volume de l'air comprimé qui le traverse. Lorsque la réaction chimique est terminée, il est alors possible d'allumer le brûleur 41 qui va permettre, d'une part de régénérer le dispositif thermochimique en apportant la chaleur nécessaire au réacteur pour provoquer la désorption de l'ammoniac gazeux qui va se recondenser dans l'évaporateur et d'autre part de poursuivre le processus de réchauffage de l'air comprimé contenu dans le conduit 25.

La figure 14 représente un groupe motocompresseur-motoalternateur pourvu d'un des équipements possibles pour un fonctionnement autonome sans réservoir de stockage d'air comprimé haute pression, où l'on peut voir le groupe selon l'invention, équipé de son réchauffeur 29 alimenté en énergie fossile par une bouteille de gaz 30 et dans lequel les échappements 18 et 18A sont reliés par le conduit 22 au clapet d'admission 19A du cylindre de compression 6A alors que le clapet d'échappement 20A dudit cylindre de compression 6A est relié à la capacité tampon 27 à travers le conduit 25 et le réchauffeur thermique 29.

Lorsque le piston est au point mort haut, figure 14, les injecteurs d'air sont commandés et la pression augmente dans les chambres d'expansions 15 et 15A, les pistons 1 et 1A sont alors repoussés vers leur point mort bas en effectuant le temps moteur, lors de la course ascendante des pistons, figure 15, les soupapes d'échappement 17 et 17A sont ouvertes et l'air détendu est repoussé et recomprimé

vers le cylindre de compression 6A à travers les échappements 18, le conduit 22, le radiateur 22E et le clapet d'admission du cylindre de compression 6A, l'air pénétrera dans le cylindre 6A dès l'arrivée des pistons au point mort haut alors que l'air comprimé au cycle précédent dans le cylindre de compression 6A est refoulé vers le réchauffeur
5 29 où il va augmenter de pression et/ou de volume pour être introduit dans la capacité tampon 27 afin d'alimenter les injecteurs 16 et 16A. Sur le circuit d'échappement un clapet de surpression 21D permet de contrôler la pression d'admission dans le cylindre de compression 6A et d'échapper à l'atmosphère le surcroît d'air comprimé.

La figure 16 représente le même groupe motocompresseur-motoalternateur,
10 équipé pour permettre le remplissage du réservoir de stockage d'air comprimé haute pression 25 durant le fonctionnement autonome décrit sur les figures 14 et 15, où l'on peut voir le clapet d'admission du cylindre de compression 6 alimenté en air atmosphérique, et le clapet d'échappement 20 du même cylindre de compression avec son conduit 24 le reliant au réservoir de stockage haute pression 25. Lors du
15 fonctionnement du moteur en mode autonome où l'énergie est fournie par le gaz contenu dans la bouteille 30, le piston de compression aspire lors de sa course descendante de l'air atmosphérique et le comprime lors de sa course montante à travers le clapet d'échappement et le conduit 24 dans le réservoir de stockage 25. Le groupe motocompresseur motoalternateur peut alors fonctionner en monoénergie air
20 comprimé ; l'air comprimé haute pression contenu dans le réservoir 25 est détendu et dirigé à la pression d'utilisation finale dans la capacité tampon 27 pour alimenter les injecteurs 16 et 16A qui, lors de leur ouverture au point mort haut, mettront en pression les chambres d'expansion 15 et 15A pour repousser en se détendant, les pistons 1 et 1A et fournir le temps moteur. Lors de la course ascendante des pistons, les soupapes
25 d'échappement 17 et 17A seront ouvertes et les vannes 21D et 21A seront dirigées pour permettre d'évacuer vers l'atmosphère durant la remontée des pistons, l'air qui a été détendu.

Le groupe motocompresseur-motoalternateur décrit représente un groupe pouvant fonctionner en bi-énergie avec par exemple en circulation urbaine, à une
30 vitesse faible, par exemple 50 Km/h, un mode zéro pollution fonctionnant uniquement avec injection d'air comprimé additionnel prélevé dans le réservoir de stockage 25 et sur route, un mode de fonctionnement alimenté par un carburant fossile procurant une grande autonomie et des émissions polluantes très faibles en raison d'une combustion continue par exemple catalysée.

35 Dans un but de simplification et de compréhension des dessins, les figures 14,15,16, représentent un groupe motocompresseur motoalternateur non équipé du dispositif de récupération d'énergie thermique ambiante tel que décrit sur les figures 7,

De même que le réchauffeur selon l'invention, combiné énergie fossile et réacteur thermochimique tel que décrit sur la figure 12, peut avantageusement être utilisé dans ce type de fonctionnement bi-énergie.

5 Toujours dans un but de simplification tous les dessins annexés concernent un groupe de deux cylindres opposés, toutefois, des groupes de 4 ou 6 cylindres fonctionnant selon les mêmes principes offrent de nombreuses possibilités notamment en nombre d'étages de compression et/ou de récupération d'énergie thermique ambiante, ou en fonctionnement bi-énergie où l'on pourra choisir un plus grand nombre d'étages de compression durant le fonctionnement autonome du groupe sur les
10 cylindres de détente.

La figure 17 représente schématiquement un groupe motocompresseur-motoalternateur selon l'invention où l'on peut voir en arrière plan le volant d'inertie du moteur 43 équipé de moyens bien connus sur les moteurs électriques à aimants permanents ; des aimants permanents 41 41A 41B, sont positionnés à intervalles
15 réguliers, sur la périphérie dudit volant moteur formant le stator du moteur électrique. Concentriquement, solidaire du carter moteur, est monté fixe un stator 45 sur lequel sont positionnés antagonistes aux aimants permanents, et à intervalle régulier, des électroaimants 42,42A,42B,42C,42D. Le nombre des électroaimants est supérieur au nombre des aimants permanents de telle sorte que les aimants permanents ne se
20 trouvent pas tous en même temps en correspondance avec les électroaimants. Les électroaimants sont pilotés par un boîtier électronique et sont successivement commutés pour attirer les aimants permanents du rotor. Lorsqu'un aimant permanent 41 ayant été attiré par un électroaimant 42 se retrouve face à ce dernier, l'électroaimant 42 est alors coupé pour libérer l'aimant permanent 41 de son attraction, et l'électroaimant
25 42A le plus proche, dans le sens opposé à la rotation, d'un aimant permanent 41A est alors commuté pour l'attirer et provoquer la rotation du rotor 43. Le processus se répétant avec les éléments suivants.

L'invention n'est pas limitée aux exemples de réalisations décrits et représentés : les matériaux, les moyens de commande, les vannages et clapets, le
30 principe de fonctionnement du motoalternateur électrique, le principe du réacteur thermochimique, et les dispositifs décrits peuvent varier dans la limite des équivalents, pour produire les mêmes résultats, sans pour cela changer l'invention qui vient d'être décrite.

REVENDICATIONS

1.- Groupe moteur compresseur motoalternateur fonctionnant en mono-énergie air comprimé ou en bi-énergie bi ou tri mode et comportant un système de contrôle de la course du piston permettant l'arrêt dudit piston au point mort haut ainsi qu'un dispositif de récupération d'énergie thermique ambiante caractérisé par les moyens mis en œuvre pris dans leur ensemble ou séparément, et plus particulièrement :

- en ce que les pistons sont à deux étages de diamètre, comportant une calotte de grand diamètre (2,2A) couissant dans un cylindre dit moteur (4,4A) pour assurer la fonction moteur lors de la détente suivie de l'échappement, et dont la calotte est prolongée d'un piston de deuxième étage de plus petit diamètre (5,5A) dit de compression et/ou de récupération d'énergie thermique ambiante, couissant dans un cylindre pour assurer la fonction compresseur.

- en ce que le piston de deuxième étage est utilisé pour la fonction de détente avec travail dans le système de récupération d'énergie thermique ambiante.

- en ce que sont ménagés des moyens de commutation et d'interaction entre les différents cylindres permettant de rendre inactive la fonction moteur lors du fonctionnement en compresseur et /ou la fonction compresseur lors du fonctionnement moteur et/ou encore d'activer la fonction récupération d'énergie thermique ambiante lors du fonctionnement moteur.

2.- Groupe motocompresseur-motoalternateur selon la revendication 1 caractérisé en ce qu'entre chaque cylindre de compression et/ou de détente de récupération d'énergie thermique sont ménagés des échangeurs thermiques (22E,23E,24E,25E) pour refroidir les flux d'air lors de la compression et pour les réchauffer lors de la récupération d'énergie thermique ambiante.

3.- Groupe motocompresseur-motoalternateur selon les revendications 1 et 2 caractérisé en ce que les diamètres des pistons (5,5A) et cylindres (6,6A) de compressions et de récupération d'énergie thermique ambiante d'un même moteur sont différents pour obtenir des cylindrées décroissantes afin de permettre la compression en plusieurs étages de volume décroissant et à l'inverse de volume croissant lorsqu'ils sont utilisés en détente de récupération d'énergie thermique ambiante.

4.- Groupe motocompresseur-motoalternateur selon la revendication 3 caractérisé en ce qu'en raison de la différence des diamètres des pistons de compression (5,5A), les diamètres des pistons de détente moteur (3,3A) sont proportionnellement différents pour permettre d'obtenir des surfaces de pistons de détente identiques pour une meilleure régularité des efforts appliqués lors de la détente.

5.- Groupe motocompresseur-motoalternateur selon les revendications 3 et 4 caractérisé en ce que le poids des pistons (1,1A) est identique pour permettre un équilibrage correct des masses alternatives.

5 6.- Groupe motocompresseur-motoalternateur selon l'une quelconque des revendications précédentes et comportant un système de contrôle d'arrêt du piston au point mort haut et un ou plusieurs groupes de 2 cylindres opposés qui s'équilibrent l'un l'autre, dont le bras inférieur du levier à pression est prolongé par un levier à pression miroir sensiblement identique représentant ainsi un bras unique (12) avec le pivot ou point fixe (12A) sensiblement en son centre formant ainsi deux demi-bras (12B,12C)
10 comportant deux axes (11,11A) à chacune de ses extrémités libres reliées aux pistons opposés par les bras supérieurs des leviers à pression (10,10A), caractérisé en ce que l'axe des cylindres opposés et le point fixe du levier à pression (12) sont sensiblement alignés sur un même axe (X,X').

15 7.- Groupe motocompresseur-motoalternateur selon la revendication 6 caractérisé en ce que l'axe de la bielle de commande (13) reliée au vilebrequin est positionné sur l'un des deux demi-bras (12B) entre l'axe de liaison avec l'un des bras supérieurs du levier à pression relié au piston (1) et le point fixe ou pivot (12A).

20 8.- Groupe motocompresseur-motoalternateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le volant moteur comporte solidaire sur sa périphérie des moyens permettant de réaliser un moteur électrique (41,42) piloté électroniquement pour entraîner le groupe dans sa fonction compresseur alimenté par le réseau électrique domestique utilisé dans les habitations.

25 9.- Groupe motocompresseur-motoalternateur selon la revendication 8 caractérisé en ce que le moteur électrique est piloté en vitesse de rotation pour permettre de fonctionner à des vitesses rapides lorsque le réservoir de stockage haute pression (25) est vide ou peu rempli et que peu de couple est demandé pour le fonctionnement du compresseur et en ce que la vitesse de rotation est ralentie au fur et à mesure que le réservoir se remplit, que la pression augmente et que le couple demandé au moteur est de plus en plus important.

30 10.- Groupe motocompresseur-motoalternateur selon la revendication 8 caractérisé en ce que le moteur électrique est équipé de moyens permettant lors du fonctionnement du moteur de produire de l'électricité de bord, par exemple pour recharger la batterie.

35 11.- Groupe motocompresseur-motoalternateur selon la revendication 8 caractérisé en ce que le motoalternateur ainsi réalisé permet de démarrer le groupe dans sa fonction moteur en provoquant sa rotation au moins sur un tour.

12.- Groupe motocompresseur-motoalternateur selon l'une quelconque des revendications 8 à 11 caractérisé en ce que le motoalternateur participe ponctuellement à augmenter le couple du moteur.

13. Groupe motocompresseur-motoalternateur selon l'une quelconque des revendications 8 à 12 caractérisé en ce que le motoalternateur sert de ralentisseur et à récupérer de l'énergie électrique lors des décélérations et/ou des freinages du véhicule.

5 14.- Groupe motocompresseur-motoalternateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'air comprimé, avant son introduction dans la chambre d'expansion (15,15A), provenant du réservoir de stockage (25) soit directement, soit après son passage dans le dispositif de récupération d'énergie thermique ambiante, et avant son introduction dans la capacité tampon d'utilisation finale (27), est canalisé dans un réchauffeur thermique (29) où, par
10 accroissement de sa température, il va augmenter de pression et/ou de volume avant son introduction dans la chambre d'expansion, augmentant ainsi considérablement les performances pouvant être réalisées par le moteur.

15 15.- Groupe motocompresseur-motoalternateur selon la revendication 14 caractérisé en ce que le réchauffeur thermique (29) utilise des carburants fossiles permettant le fonctionnement d'un brûleur (33) pour réaliser l'augmentation de volume et/ou de pression de l'air comprimé le traversant.

20 16.-Groupe motocompresseur-motoalternateur selon la revendication 14 caractérisé en ce que le réchauffeur thermique (29) utilise un procédé thermochimique de réaction gaz solide basé sur la transformation par évaporation d'un fluide réactif contenu dans un évaporateur (36), par exemple de l'ammoniac liquide en un gaz qui vient réagir avec un réactif solide contenu dans un réacteur (38) par exemple des sels tels que des chlorures de calcium, de manganèse, de baryum ou autres dont la réaction chimique produit de la chaleur, et qui, lorsque la réaction est terminée peut être régénéré en apportant de la
25 chaleur au réacteur pour provoquer la désorption de l'ammoniac gazeux qui va se recondenser dans l'évaporateur.

30 17.- Groupe motocompresseur-motoalternateur selon la revendication 16, caractérisé en ce que l'apport de chaleur nécessaire à la condensation du fluide réactif est procuré par les calories (41) dissipées lors du fonctionnement en mode compresseur pour la recharge du réservoir de stockage haute pression assisté par une résistance électrique (40).

18.- Groupe motocompresseur-motoalternateur selon la revendication 14, caractérisé en ce qu'un système de réchauffage à brûleur (33,32A) alimenté par une énergie fossile est combiné avec un dispositif de réchauffage thermochimique (36, 37, 38A).

35 19.- Groupe motocompresseur-motoalternateur selon la revendication 18 caractérisé en ce que le brûleur (33) alimenté par une énergie fossile est utilisé pour régénérer le dispositif de réchauffage thermochimique en apportant la chaleur nécessaire au réacteur (38A) pour provoquer la désorption de l'ammoniac gazeux qui va se recondenser dans l'évaporateur (36), et d'autre part de poursuivre le processus de

réchauffage de l'air comprimé traversant le réchauffeur (29) par son conduit (25) ailetté (32).

20.- Groupe motocompresseur-motoalternateur selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce qu'il fonctionne d'une manière autonome, sans utiliser l'air comprimé haute pression contenu dans le réservoir de stockage, en prélevant de l'air comprimé fourni par un ou plusieurs des étages de compression, selon les pressions de travail souhaitées, l'air comprimé étant ensuite réchauffé dans le système de réchauffe (29) pour voir augmenter son volume et/ou sa pression, puis est réinjecté dans les chambres d'expansion (15,15A) des cylindres moteurs pour permettre le fonctionnement du groupe en se détendant et en produisant le temps moteur.

21.- Groupe motocompresseur-motoalternateur selon la revendication 20, caractérisé en ce que l'air de l'échappement des cylindres de détente (4,4A), est dérivé vers le réchauffeur thermique (29) soit directement, soit à travers un ou plusieurs étages de compression où sa température va s'accroître avec pour conséquence l'augmentation de sa pression et/ou de son volume, puis réinjecté dans les chambres d'expansion (15,15A) des cylindres de détente pour permettre le fonctionnement du groupe en produisant le temps moteur.

22.- Groupe motocompresseur-motoalternateur selon la revendication 21 caractérisé en ce que un clapet de surpression (21D) positionné sur le circuit de l'échappement permet de contrôler ladite pression et d'échapper à l'atmosphère un surcroît éventuel d'air.

23.- Groupe motocompresseur-motoalternateur selon l'une quelconque des revendications 20 à 22, caractérisé en ce qu'une partie de l'air comprimé, avant son introduction dans le réchauffeur thermique (29) est utilisée en dérivation, et/ou d'autres étages du compresseur sont utilisés conjointement ou non, pour recharger le réservoir de stockage d'air comprimé haute pression (25), pendant le fonctionnement du groupe en mode moteur d'une manière autonome tel que décrit dans les revendications 20 à 22.

24.- Groupe motocompresseur-motoalternateur selon l'une quelconque des revendications 20 à 23 caractérisé en ce qu'il fonctionne en bi-énergie en utilisant à basses vitesses, en ville par exemple, un fonctionnement zéro pollution avec de l'air comprimé contenu dans le réservoir de stockage haute pression (25), et, à hautes vitesses, sur route par exemple, en fonctionnement autonome avec son réchauffeur thermique (29) alimenté par une énergie fossile, tout en réalimentant par un ou plusieurs de ses étages de compression le réservoir de stockage haute pression.

25.- Groupe motocompresseur-motoalternateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 24, caractérisé en ce qu'il fonctionne en tri-énergie, en utilisant en ville par exemple, le fonctionnement zéro pollution avec de l'air comprimé du réservoir

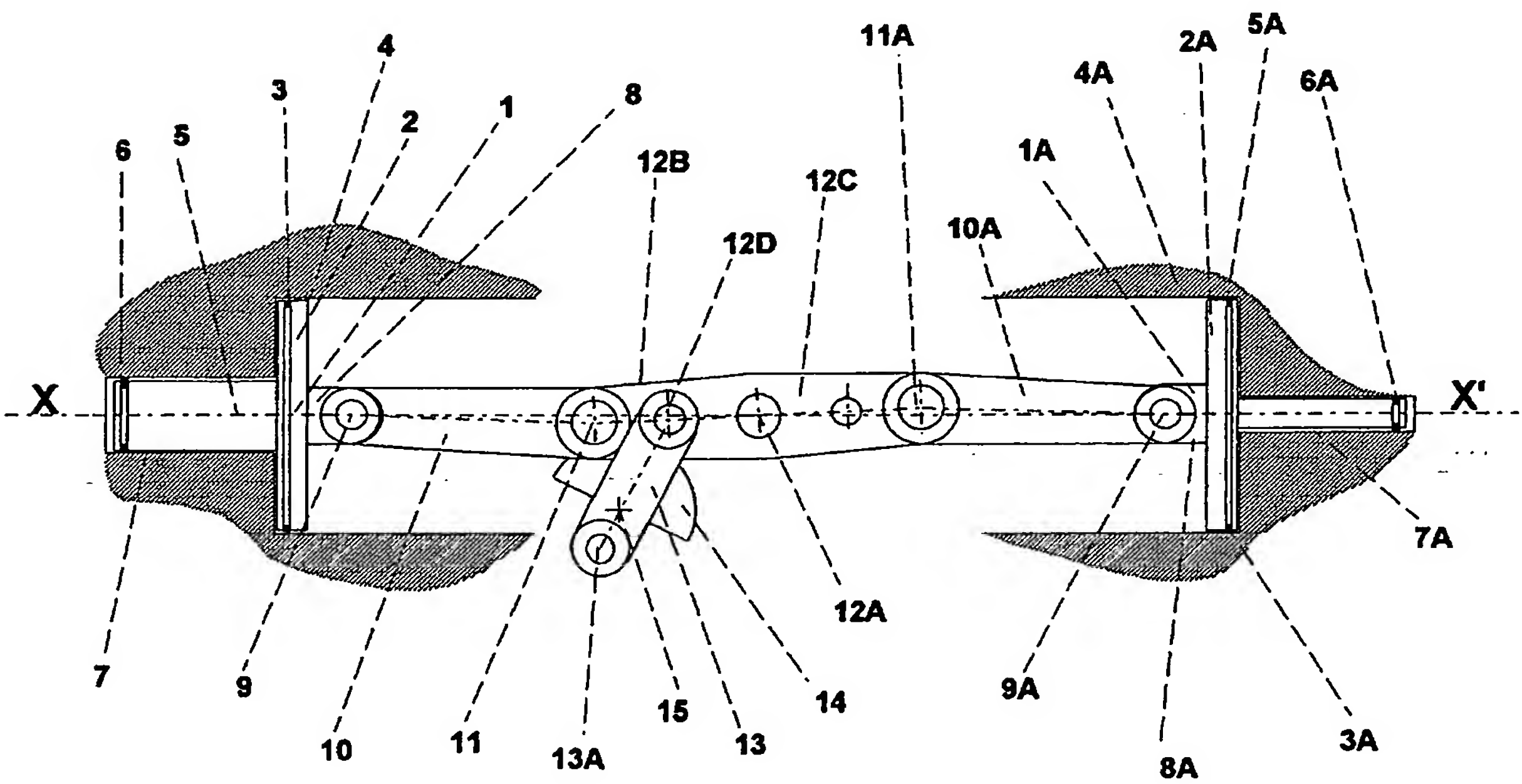
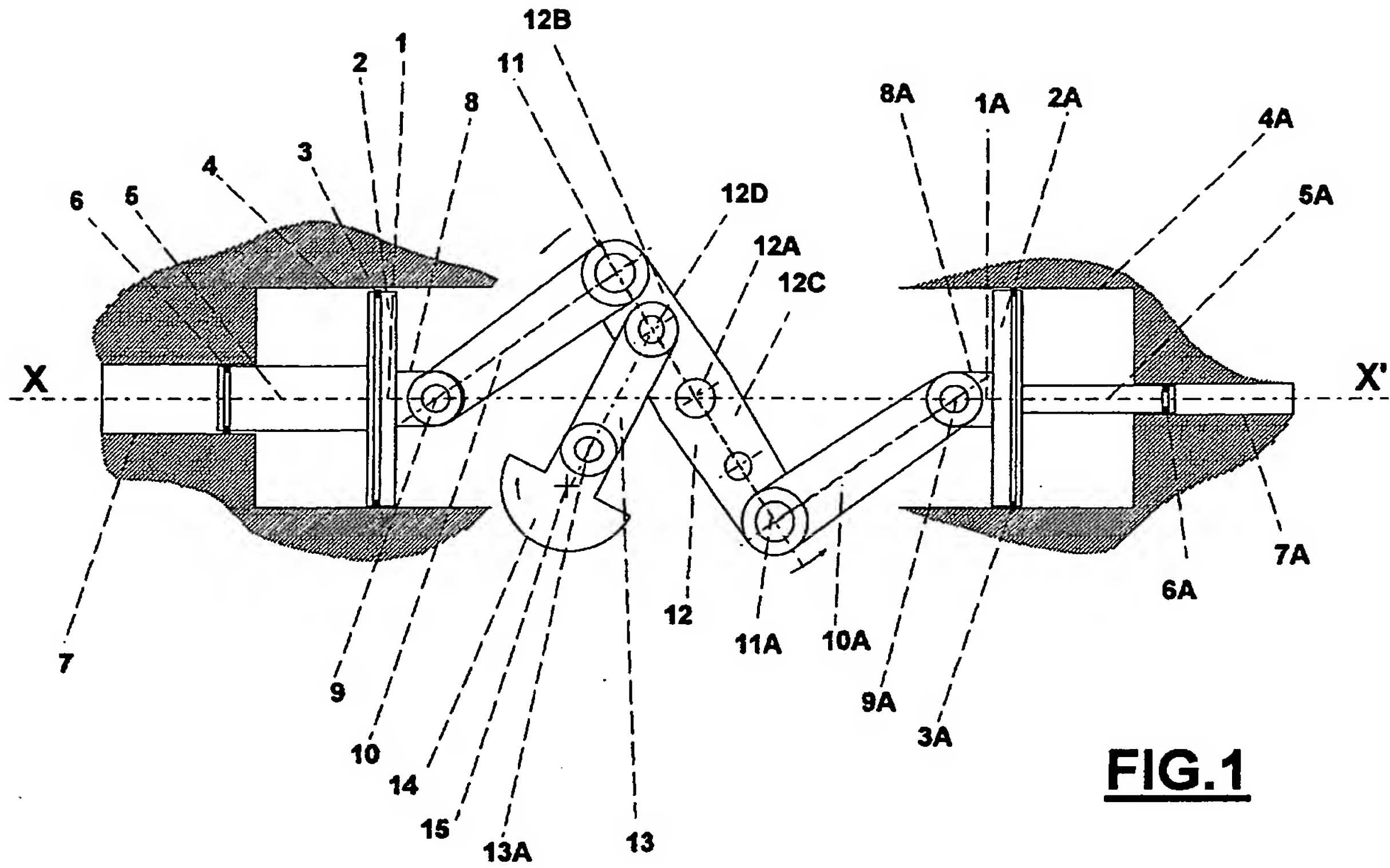
de stockage haute pression (25), et le réchauffeur thermochimique (36, 37, 38A), puis sur route avec son réchauffeur thermique alimenté en énergie fossile tout en réalimentant par un ou plusieurs de ses étages de compression le réservoir de stockage haute pression 25, et en régénérant le réchauffeur thermochimique en apportant de la chaleur au réacteur (38A) pour provoquer la désorption de l'ammoniac gazeux qui va se recondenser dans l'évaporateur (36).

26.- Groupe motocompresseur-motoalternateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 25 caractérisé en ce qu'il fonctionne en quadri-énergie, en utilisant le moteur électrique (41,42....) équipant son volant d'inertie moteur, soit pour effectuer des manœuvres demandant peu d'énergie, soit pour augmenter ponctuellement la puissance délivrée, par exemple pour gravir une côte, ou pour effectuer un dépassement, ou encore obtenir une meilleure reprise au démarrage.

27.- Application du Groupe motocompresseur selon l'une quelconque des revendications précédentes à la production d'électricité domestique ou autre, de secours où, lors d'une coupure d'alimentation électrique, par exemple lors d'une panne de réseau, le moto-compresseur est automatiquement commuté en mode moteur et, alimenté en énergie par l'air comprimé contenu dans le ou les réservoirs de stockage, il entraîne le motoalternateur tout aussi automatiquement commuté en mode alternateur pour fournir de l'électricité.

28.- Application du groupe motocompresseur-motoalternateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 6 à des moteurs thermiques de type conventionnels 2 temps, 4 temps, diesel ou à allumage commandé, ou à des compresseurs entraînés par des moyens indépendants.

29.- Groupe motocompresseur-motoalternateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 18 caractérisé par l'utilisation d'un système bielle manivelle de type conventionnel.



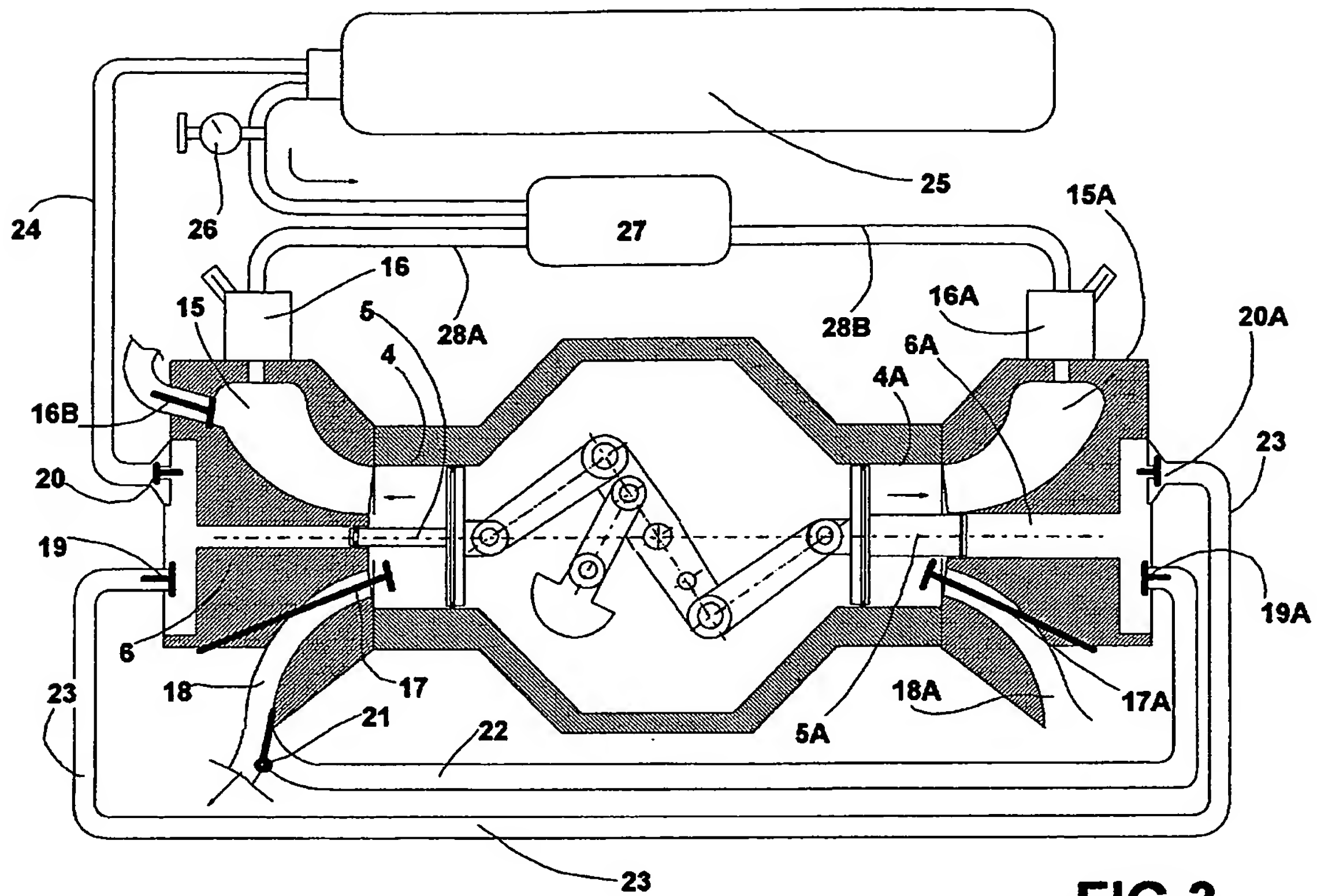


FIG. 3

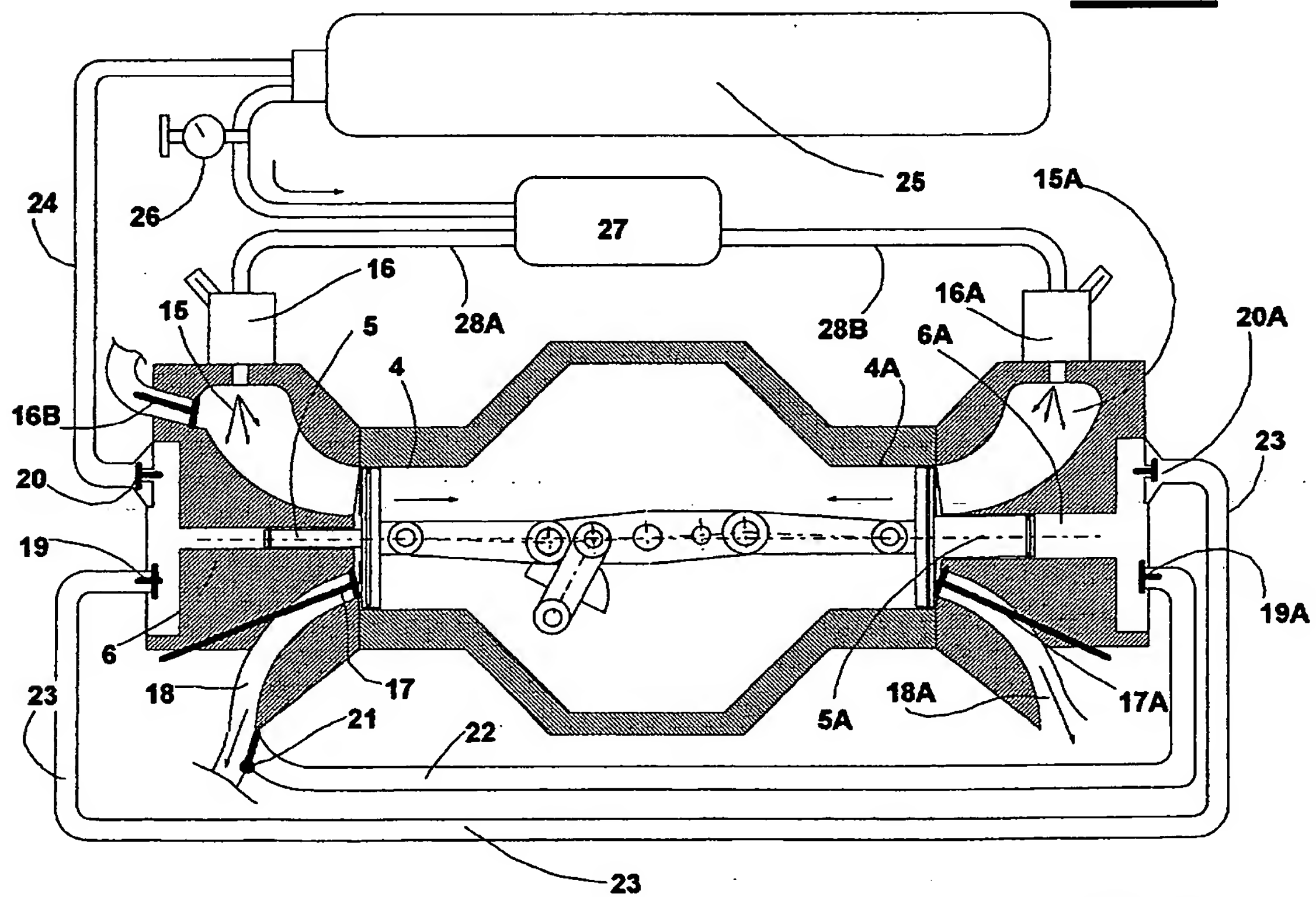
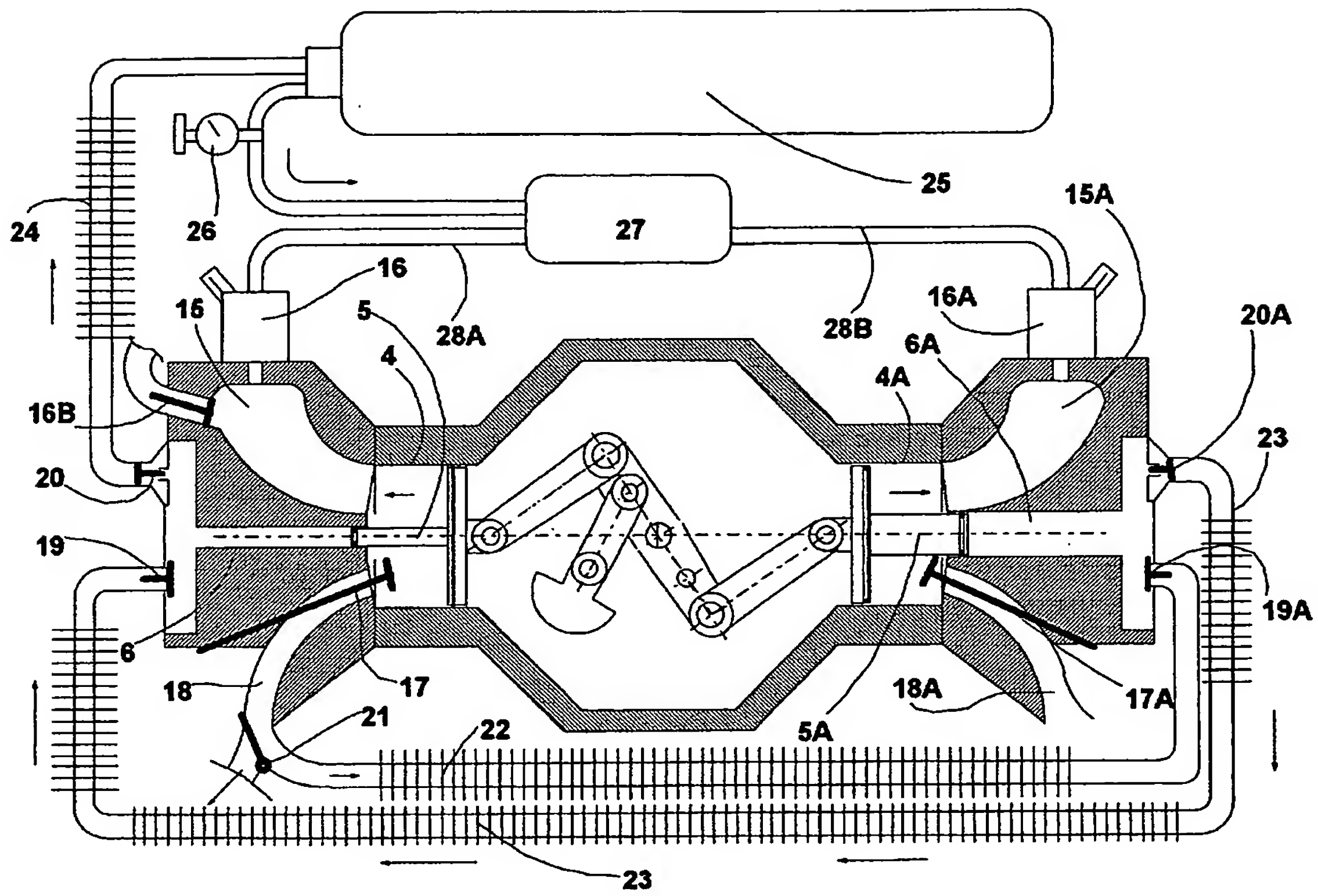


FIG. 4

**FIG.5**

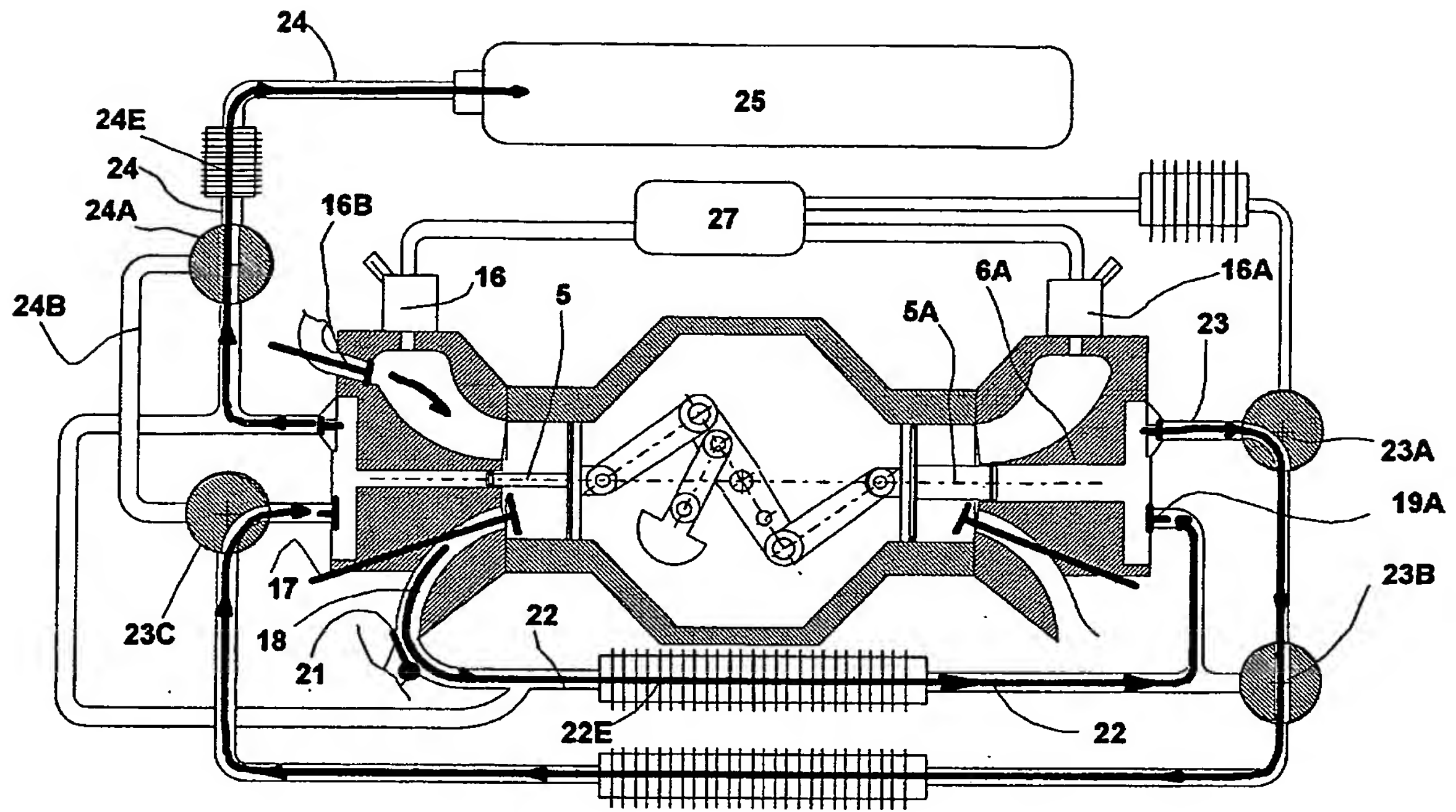


FIG. 6

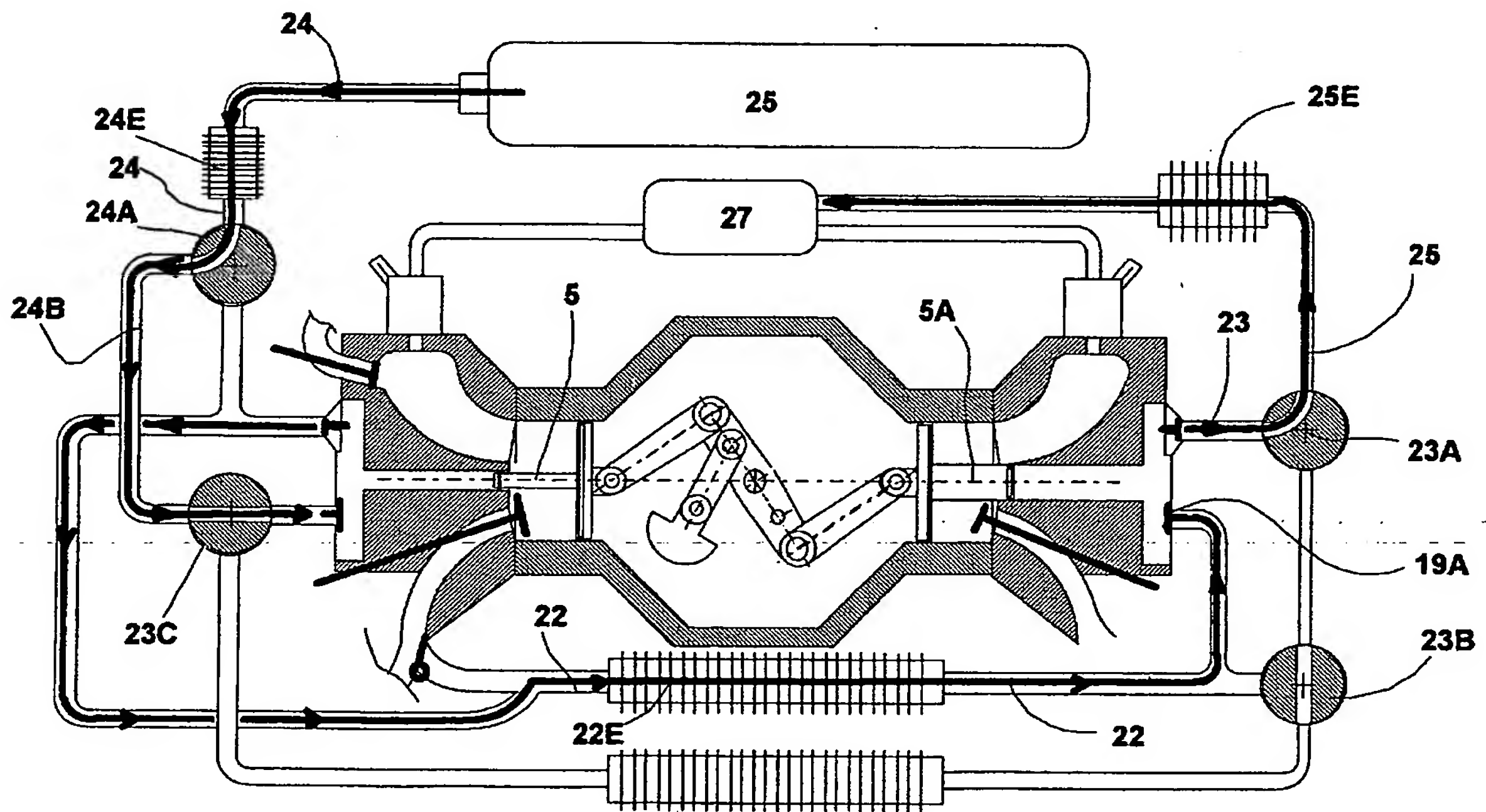


FIG. 7

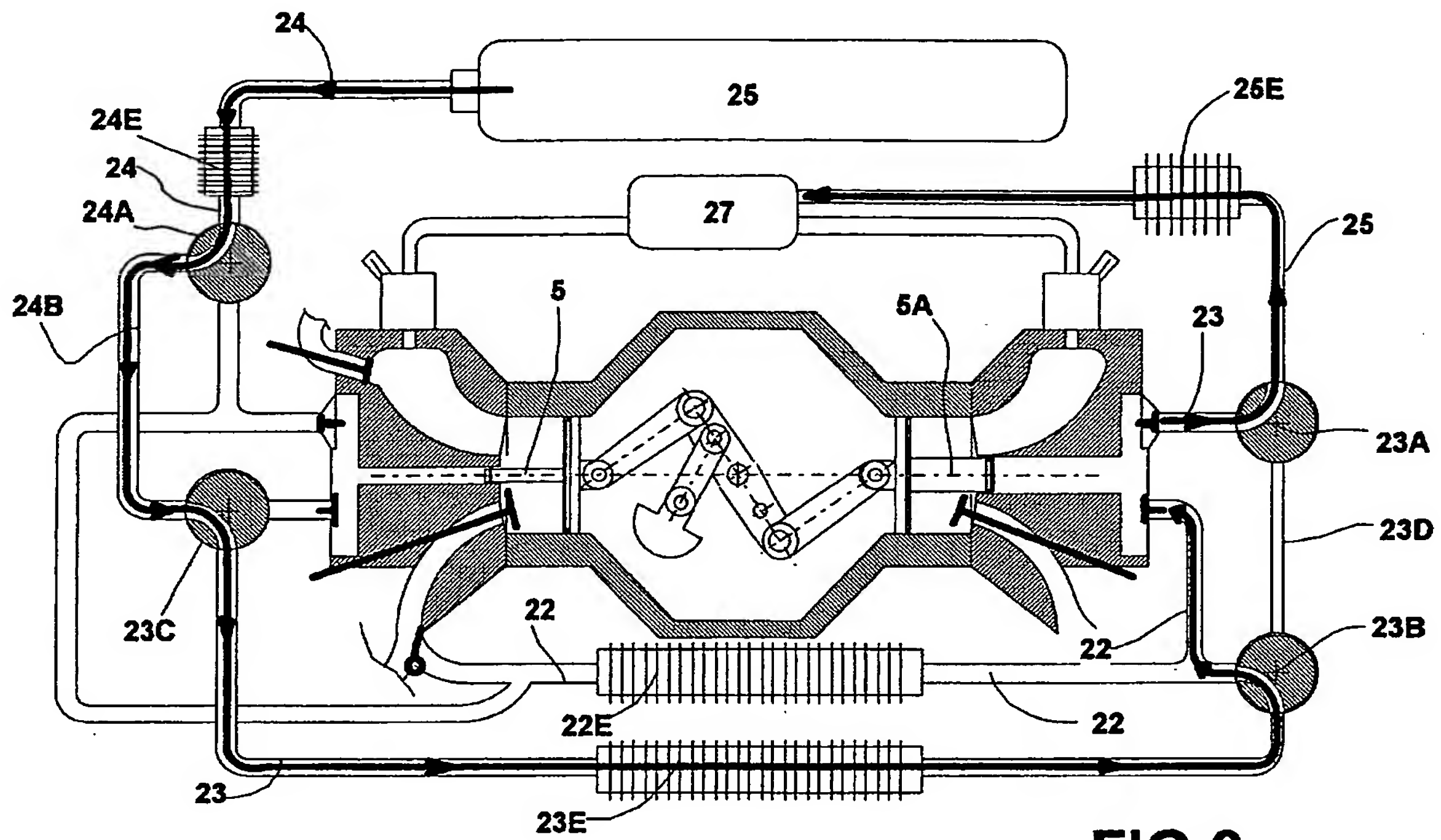


FIG. 8

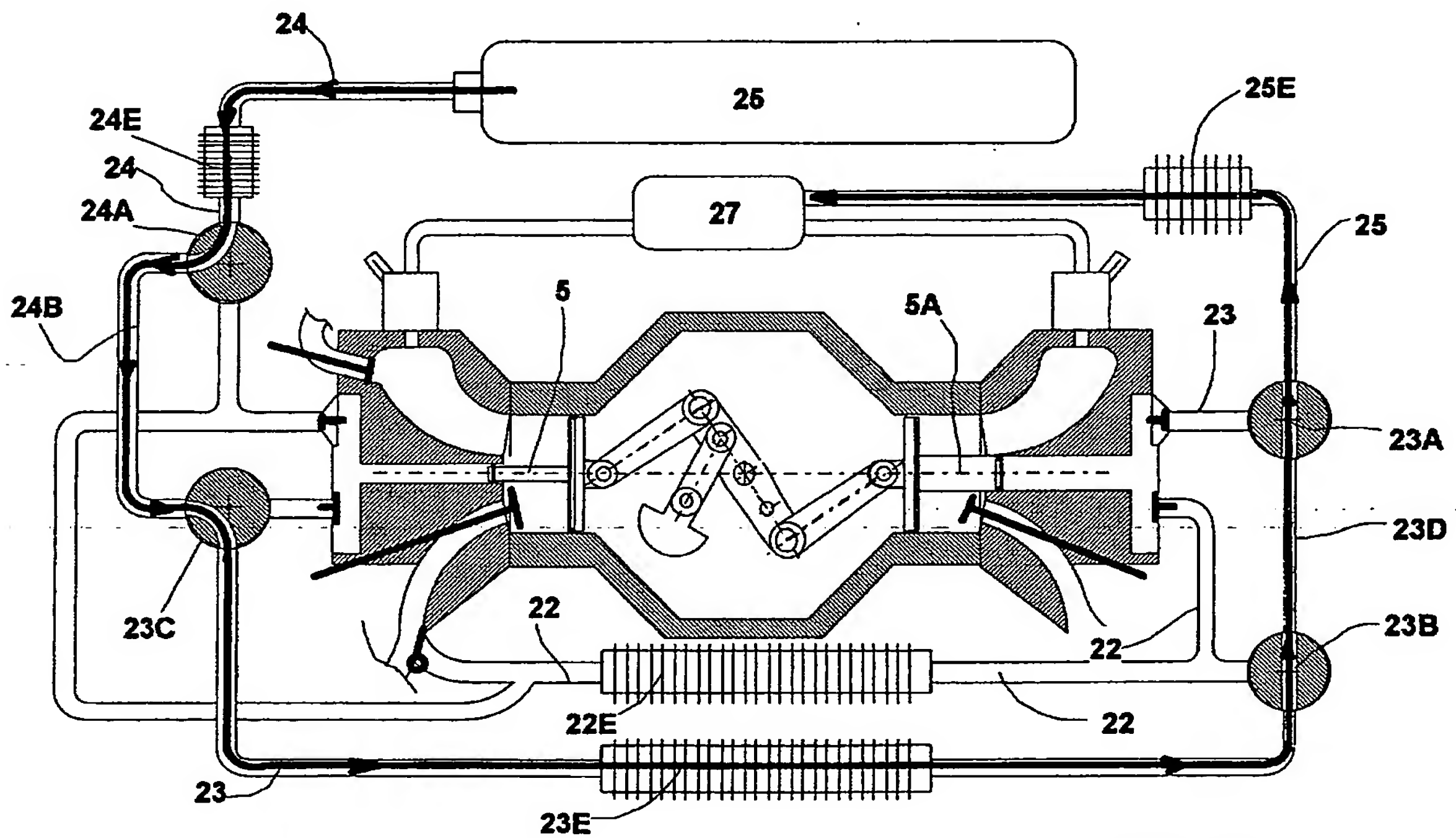


FIG. 9

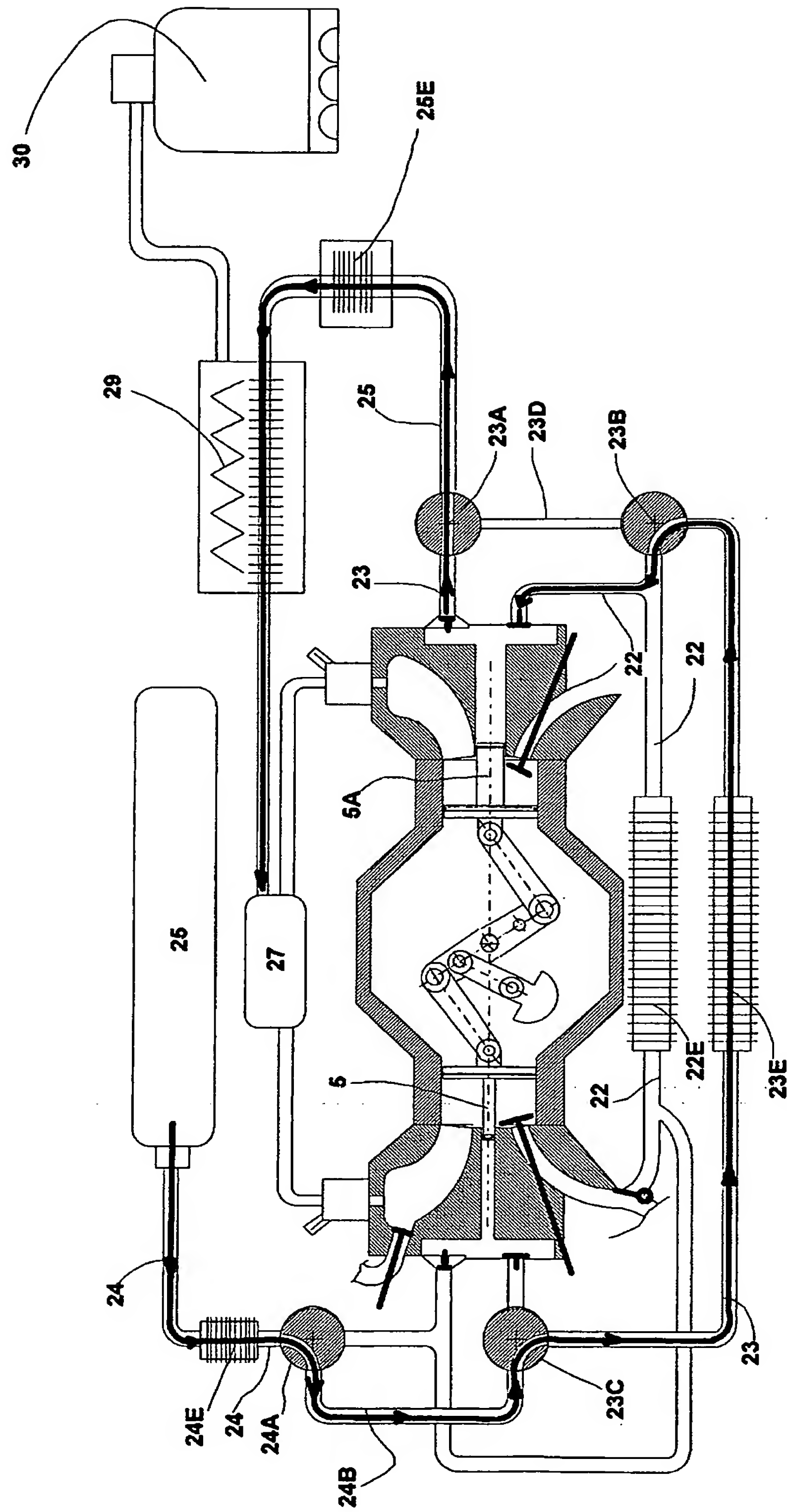
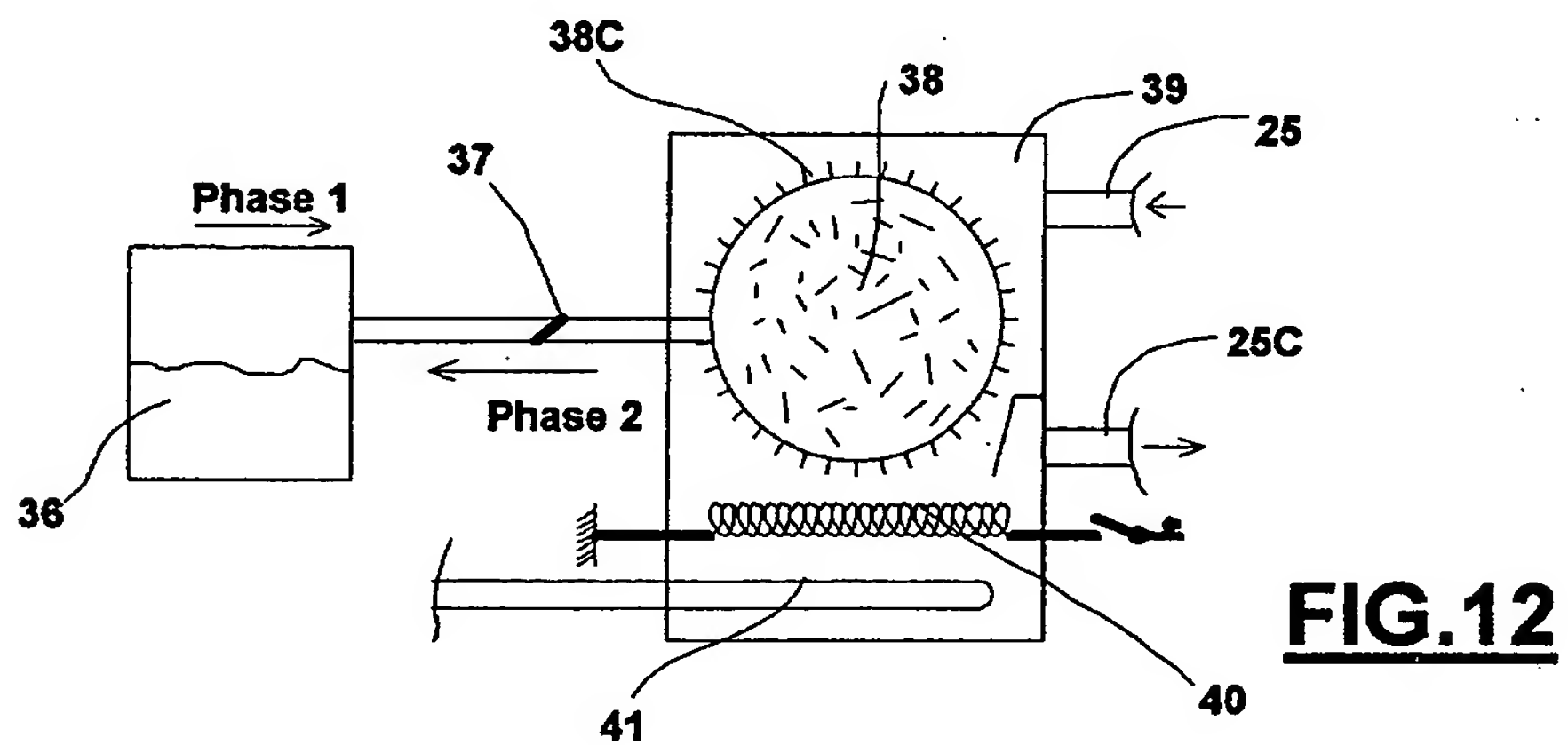
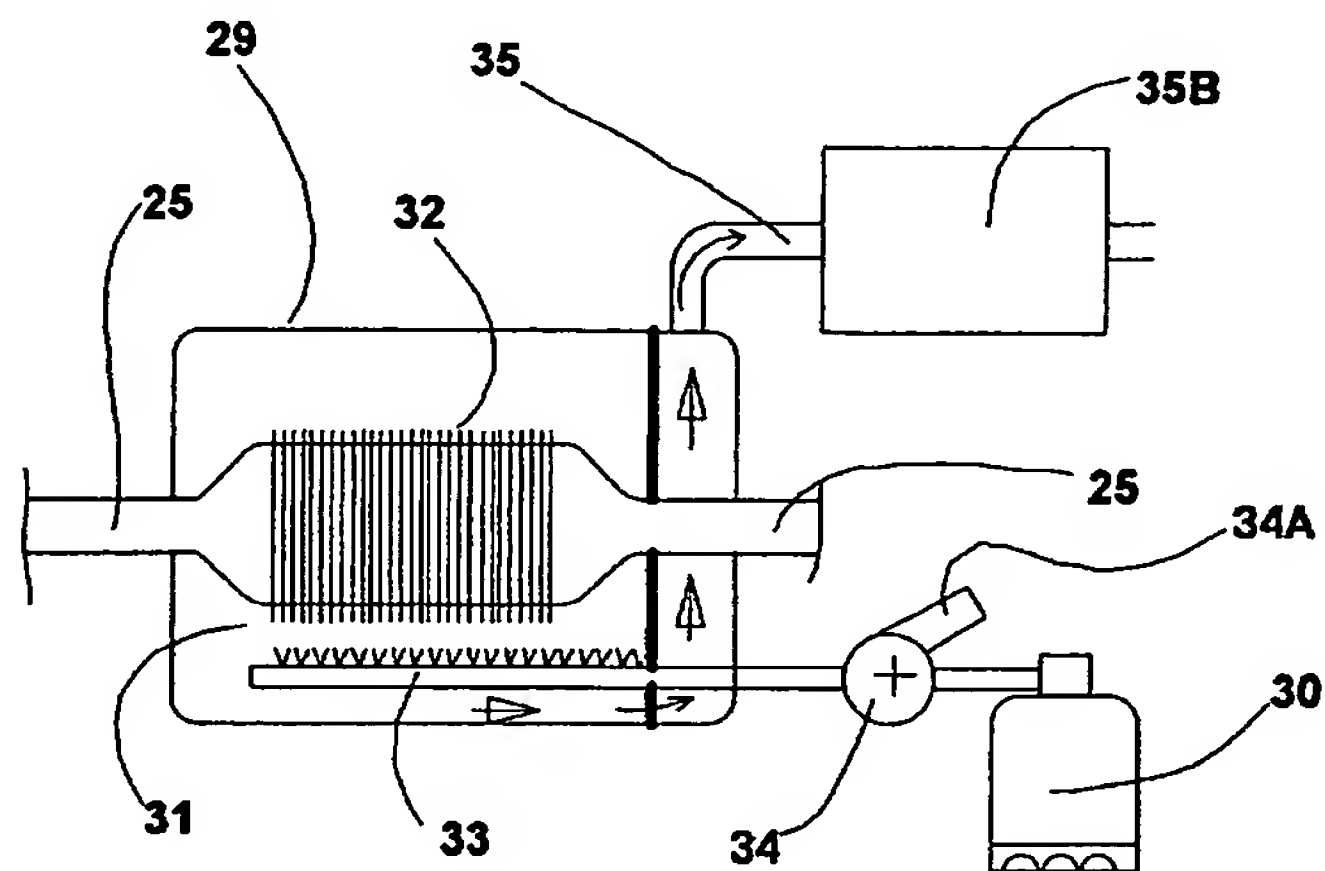
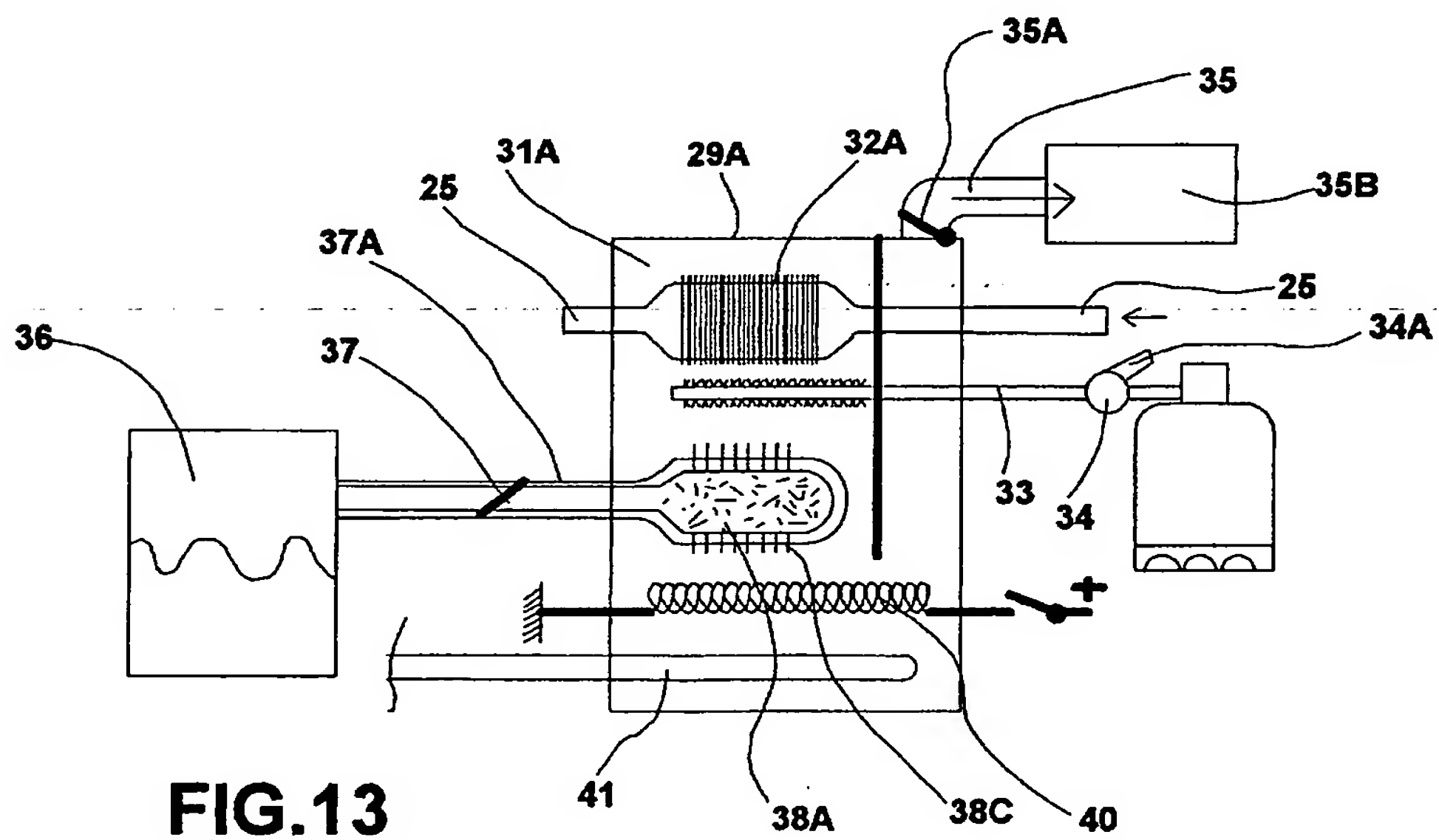
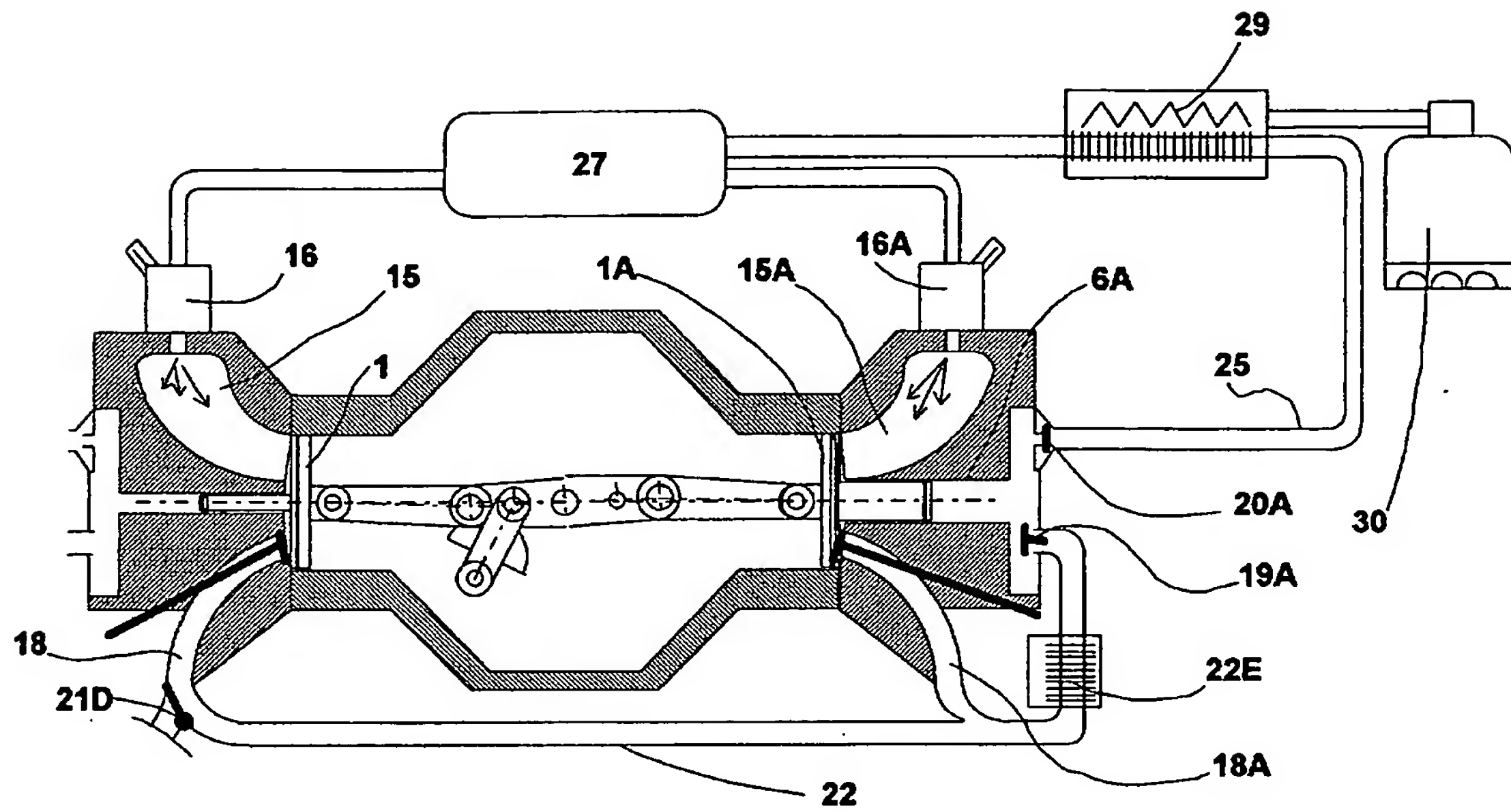
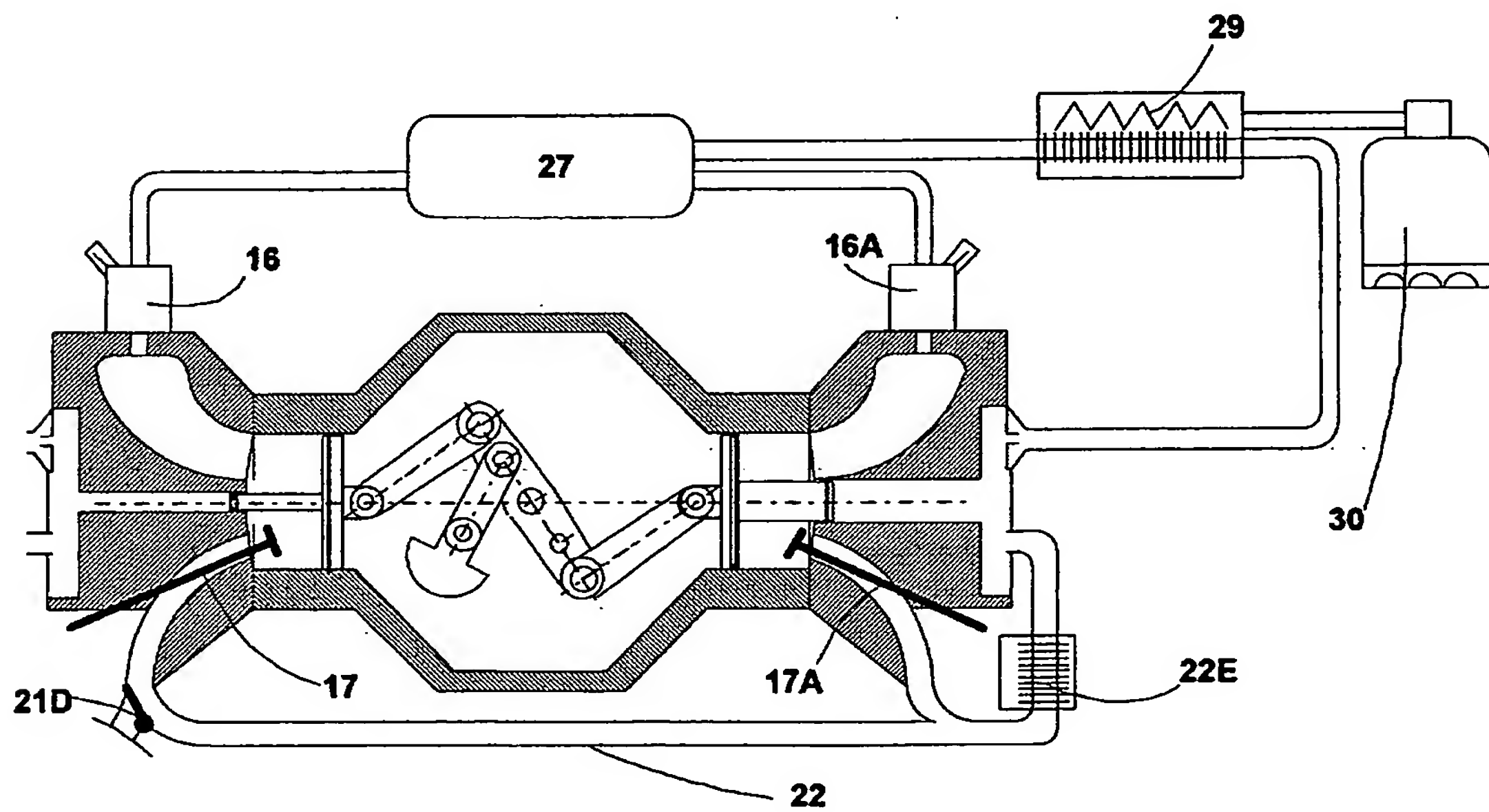


FIG.10

FIG.11**FIG.12****FIG.13**

**FIG. 14****FIG. 15**

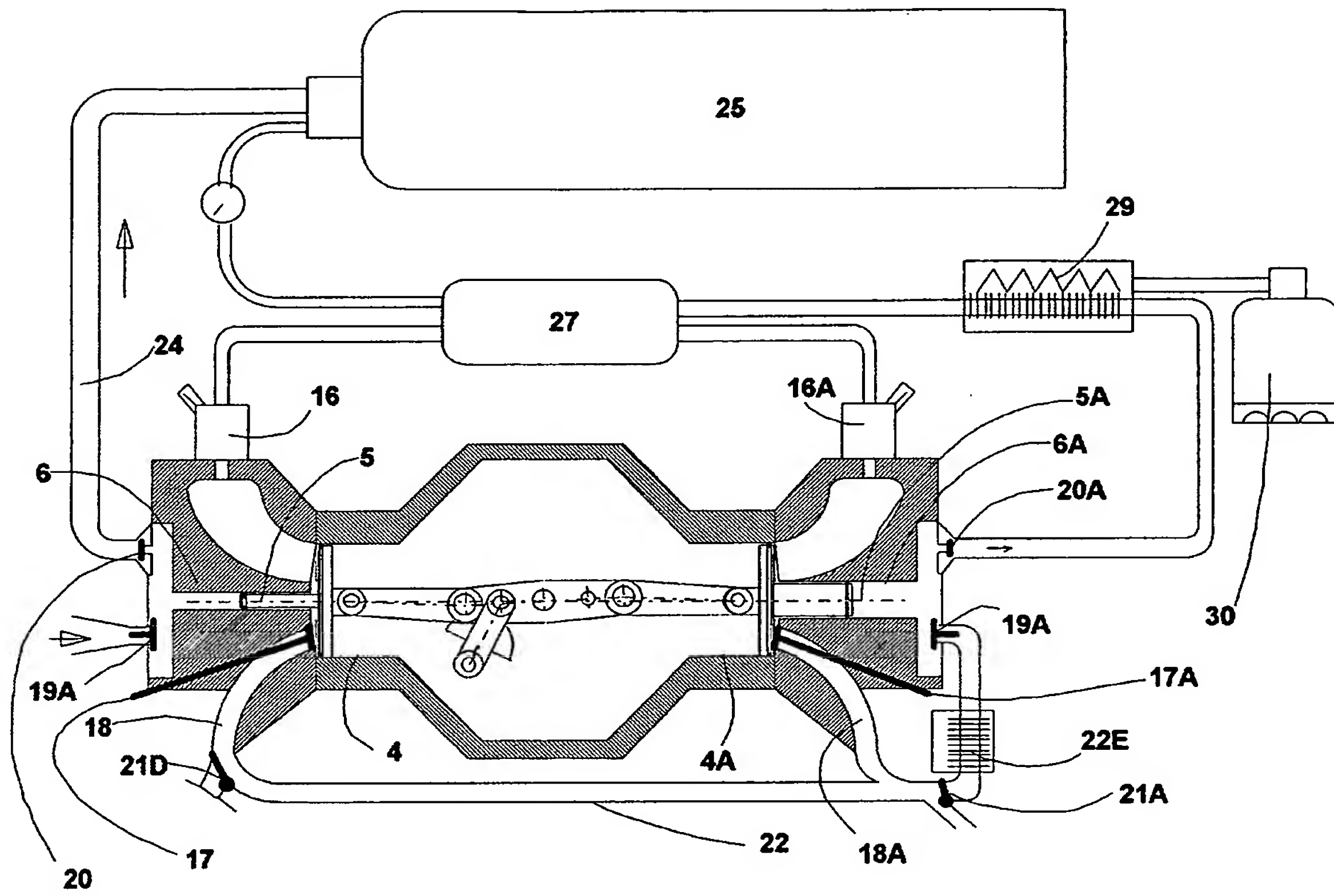
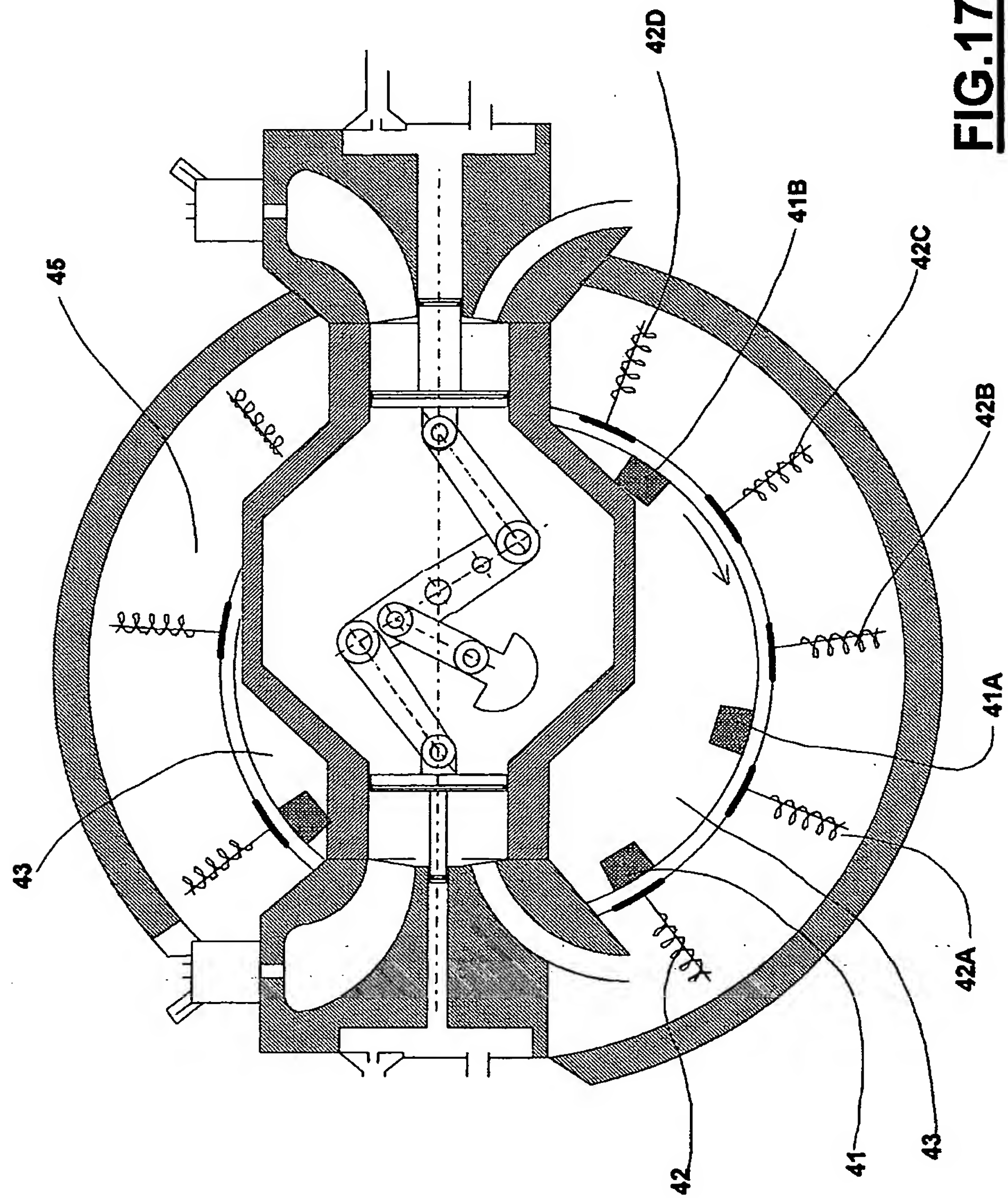


FIG. 16

10/10

**FIG. 17**